MANUEL
DE CHIMIE,

OU

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE
DE CETTE SCIENCE
DANS L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES.

SECONDE ÉDITION.

Orné de Figures.

PARIS,

RORET, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE,
AU COIN DE CELLE DU BATTOIR.

de suite les mi-
upart des minerais
nt l'aspect lithoïde :
'est lui qui fait la
Quand il n'y a pas
verre une couleur
ertains silex ; mais
tres se fondent fa-

E ESPÈCE.

RBONATÉ.

Le *fe* mieux *fer spathique*, puis-
que ce que la structure lamelleuse.
Il brun unit par l'acide nitrique, et
y prod vescence, qui n'a quelque-
fois lie chaleur : il n'est magnéti-
que qu auffé ; il pèse 3, 67 ; quand
il est p é de :

vert 0,61.
0,34.

DEBACQ LIBRARY

44026/A

Manuel d'Arpentage, ou Instruction sur cet art et celui de lever les plans, par M. Lacroix, membre de l'Institut. 2e édit. 1 vol. orné de planches. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Arithmétique démontrée, par M. Collin. 6e édit. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de l'Artificier, contenant les Elémens de la pyrotechnie civile et militaire; par A. D. Vergnaud, capitaine d'artillerie, et ancien élève de l'Ecole Polytechnique. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel d'Astronomie, par M. Bailly. 2 fr. 50 c.

Manuel Biographique, ou Dictionnaire historique abrégé des Grands Hommes, par M. Jacquelin. 2 gr. vol. 6 fr.

Manuel complet de Botanique, contenant les principes élémentaires de cette science; par M. Boitard, 1 vol. orné de planches. 3 fr. 50 c.

Manuel du Boulanger et du Meunier, par M. Dessables. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Brasseur, ou l'Art de faire toutes sortes de Bières, par M. Riffault. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Chamoiseur, Maroquinier, Peaussier et Parcheminier; par M. Dessables. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel du Charcutier, ou l'Art d'accommoder toutes les parties du cochon, etc.

Manuel du Chasseur et des Gardes-Chasse, suivi d'un Traité sur la Pêche; par M. de Mersan. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie, par M. Riffault. 2e édit. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Chimie amusante, par le même. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Cuisinier et de la Cuisinière, par M. Cardelli. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de la bonne Compagnie, ou l'Ami de la politesse, 4e éd.: 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Dames, ou l'Art de la toilette, suivi de l'Art du Modiste, du Mercier-Passementier, par mad. Celnart, 1 v. 3 f.

Manuel des Demoiselles, ou Arts et Métiers qui leur conviennent et dont elles peuvent s'occuper avec agrément; par madame Elisab. Celnart. 2e édit. 1 vol. orné de planches. 3 fr.

Manuel du Distillateur-Liquoriste, par M. Lebeaud, 1 vol. 3 fr.

Manuel complet d'Economie domestique, par mad. Celnart. 1 vol. 2 f. 50 c.

Manuel du Fabricant de Draps, par M. Bonnet, ancien fabricant à Lodève. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Fabricant de Sucre et du Raffineur; par MM. Blachette et Zoéga. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Faïencier et du Potier de terre, suivi de l'Art de fabriquer la Porcelaine. 2 vol. 6 f.

Manuel du Fondeur sur tous Métaux, par M. Launay, fondeur de la Colonne de la place Vendôme. 2 vol.

Manuel des Gardes-Malades, par M. Morin 2e éd. 1 v. 2 f. 50.

Le nouveau Géographe manuel, par M. Devilliers. 2e édit. 1 vol. orné de 7 cartes. 3 fr. 50 c.

Manuel des Habitans de la campagne. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel d'Histoire naturelle, comprenant les trois Règnes de la Nature, par M. Boitard. 2 v. 7 f.

Manuel d'Hygiène, ou l'Art de conserver sa Santé, par M. le docteur Morin. 1 vol. 3 fr.

Manuel de l'Imprimeur, ou Traité simplifié et complet de cet Art; par M. E. Audouin de Géronval, et revu par M. Crapelet, imprimeur. 1 vol. 3 fr.

Manuel complet du Jardinier, dédié à M. Thouin; par M. Bailly. 3e édit. 2 vol. 5 fr.

Annuaire du Jardinier et de l'Agronome, pour 1827, par un *Jardinier-agronome*, 2e année. 1 vol. in-18. 1 fr. 50 c.

Cet Annuaire paraîtra au 1er janvier de chaque année, et tiendra au courant de toutes les Dé-

couvertes le Manuel du Jardinier.

Manuel du Limonadier, du Confiseur et du Distillateur, par M. Cardelli. 1 vol. 2 f. 50 c.

Manuel de la Maîtresse de maison, et de la Parfaite Ménagère, par mad. Gacon-Dufour. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel des Marchands de Bois et de Charbons, suivi de nouveaux Tarifs du Cubage des bois, etc.; par M. Marié de l'Isle. 1 vol. 3 fr.

Manuel de Médecine et de Chirurgie domestiques. 2e édition. 1 vol. 3 fr. 50 c.

Manuel de Minéralogie, par M. Blondeau. 2e éd. 1 v. 3 f. 50 c.

Manuel du Naturaliste préparateur, par M. Boitard. 1 v. 2 f. 50 c.

Manuel du Parfumeur, par mad. Gacon-Dufour. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel du Pâtissier et de la Pâtissière. 2 fr. 50 c.

Manuel du Pêcheur français, ou Traité général de toutes sortes de Pêches, etc.; par M. Pesson-Maisonneuve. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Peintre en bâtimens, du Doreur et du Vernisseur, par M. Riffault. 2e édit. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de Perspective, du Dessinateur et du Peintre, par M. Vergnaud. 2e édit. 3 fr.

Manuel de Physique, par M. Bailly. 3e édit. 1 vol. 2 fr. 50 c.

Manuel de Physique amusante, ou nouvelles Récréations physiques; par M. Julia-Fontenelle. 1 vol. orné de pl. 3 fr.

Manuel pratique des Poids et Mesures, des Monnaies et du Calcul décimal; par M. Tarbé, 12e édition. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Praticien, ou Traité de la science du Droit, par M. D...., avocat. 3 fr. 50 c.

Manuel du Relieur, du Cartonneur, du Brocheur et de l'Assembleur, par M. Sébastien Lenormand. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Savonnier, ou l'Art de faire toutes sortes de Savons, par mad. Gacon-Dufour. 1 v. 3 f.

Manuel du Tanneur, du Corroyeur, de l'Hongroyeur, par M. Chicoineau. 3 fr.

Manuel du Teinturier, suivi de l'Art du Dégraisseur, par M. Riffault. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Vétérinaire, contenant la connaissance générale des chevaux, la manière de les élever, de les dresser et de les conduire; par M. Lebeaud. 1 v. 3 fr.

Manuel du Vigneron français, par M. Thiébaut de Bernéaud. 2e édition. 1 vol. 3 fr.

Manuel du Vinaigrier et du Moutardier, par M. Julia-Fontenelle. 1 vol. 3 fr.

SOUS PRESSE.

Manuel d'Architecture, ou Traité de l'Art de Bâtir, par M. Toussaint, architecte. 2 vol.

Manuel de l'Art militaire, par M. Vergnaud, capitaine d'artillerie.

Man. du Chandel. et du Cirier, par M. Séb. Lenormand. 1 vol.

Manuel du Charpentier, ou Traité complet de cet Art.

Manuel d'Entomologie, ou Histoire naturelle des Insectes. 1 vol.

Manuel du Fabricant et de l'Épurateur d'Huiles, ou l'Art de faire toutes sortes d'Huiles.

Manuel du Ferblantier.

Manuel de Mammalogie, ou Histoire naturelle des Mammifères, par M. Lesson. 1 vol.

Manuel du Menuisier en Bâtiment et en Meubles, suivi de l'Art de l'Ébéniste.

Manuel de Musique vocale et instrumentale, par M. Choron. 1 vol.

Manuel d'Ornithologie, ou Histoire naturelle des Oiseaux.

Manuel du Poêlier-Fumiste.

Manuel du Serrurier.

Manuel du Tourneur, ou Traité complet et simplifié de cet Art, par M. Dessables.

MANUEL
DE
CHIMIE.

DE L'IMPRIMERIE DE CRAPELET,
rue de Vaugirard, n° 9.

42550

MANUEL

DE CHIMIE,

OU

PRÉCIS ÉLÉMENTAIRE DE CETTE SCIENCE

DANS L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES;

PAR JN. RIFFAULT,

EX-RÉGISSEUR-GÉNÉRAL DES POUDRES ET SALPÊTRES, MEMBRE DE LA LÉGION-D'HONNEUR, ETC.

2e ÉDITION,

Entièrement refondue et considérablement augmentée

PAR A.-D. VERGNAUD,

Capitaine d'Artillerie, ancien Élève de l'École Polytechnique, Membre titulaire de la Société royale académique des Sciences de Paris.

PARIS,

RORET, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE,

AU COIN DE CELLE DU BATTOIR.

1827.

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

AVERTISSEMENT

SUR CETTE DEUXIÈME ÉDITION.

Nous nous sommes fait un devoir de nous aider dans notre travail, pour le rendre aussi complet et aussi utile que possible, non seulement des traductions, par feu M. Riffault, de la *Chimie* de Thomson et du *Dictionnaire de Chimie* de Andrew Ure, mais encore des livres, des manuscrits et de tous les renseignemens que nous avons pu nous procurer : c'est la marche que nous avons suivie dans les différens Manuels qui ont paru jusqu'à ce jour sous notre nom ; mais, en nous emparant ainsi des lumières des autres pour les approprier à notre expérience et à nos opinions personnelles, nous leur abandonnons volontiers la louange de ce que le lecteur jugera bon dans notre livre, et nous nous réservons constamment le blâme de ce qu'il y pourra trouver à reprendre.

TABLE DES MATIÈRES.

Le Vocabulaire placé à la fin de ce Manuel sert en même temps de Table alphabétique des matières.

INTRODUCTION..... *Page* 1

LIVRE I. — Elémens impondérables..... 3

LIVRE II. — Elémens pondérables..... 148

LIVRE III. — Quelques composés remarquables qui ne sont ni acides ni sels..... 219

LIVRE IV. — Composés acides..... 247

LIVRE V. — Composés sels..... 270

LIVRE VI. — Exemples d'analyses et tables chimiques..... 293

VOCABULAIRE..... 322

ERRATA.

Page 324, *ligne* 11, *au lieu de*, roche, *lisez :* vache.
325, 14, *au lieu de*, julandis, *lisez :* juglandis.
327, 3, *au lieu de*, empyromatique, *lisez :* empyreumatique.
336, 30, *au lieu de*, oximuriate, *lisez :* oximuriaté.
337, dern., *au lieu de*, ondu, *lisez :* fondu.
338, 40, *au lieu de*, le, *lisez* : la.
343, 24, *au lieu de*, osmazone, *lisez :* osmazome.
371, 22, *au lieu de*, osmazone, *lisez :* osmazome.
387, 28, *au lieu de*, deuto cétate, *lisez :* deuto acétate.
388, 20, *au lieu de*, wlofram, *lisez :* wolfram.

Sa dureté est très-grande ; il est [illegible]

furé. Sa forme

MANUEL
DE CHIMIE.

INTRODUCTION.

La chimie a pour objet de reconnaître les principes ou élémens qui constituent les corps, d'examiner les composés qu'ils forment entre eux, et de rechercher la nature du pouvoir qui produit leur union.

Connue d'abord sous le nom d'alchimie, et reléguée parmi les arts magiques tant que ses adeptes, rêvant la pierre philosophale et la panacée universelle, exploitèrent à leur profit la crédulité publique, son histoire est en quelque sorte celle des erreurs et des progrès de l'esprit humain. Nous ne suivrons point l'alchimie dans ses écarts nombreux, depuis le temps fabuleux de son origine arabe jusqu'à celui de son discrédit total et de sa ruine complète vers le commencement du dix-septième siècle. Durant cette longue période de siècles, quelques alchimistes fameux, Geber, Avicennes, Albert le grand, Roger-Bacon, Arnold de Villeneuve, Raymond Lulle, les deux Isaac de Hollande, Basile Valentin, Théophraste Paracelse et Van-Helmont, sont parvenus à sauver de l'oubli leurs noms divinisés et avilis tour à tour.

Réunissant enfin en un corps de doctrine les faits isolés que l'art de l'alchimie avait recueillis au hasard, Beccher posa les premiers fondemens

de la science de la chimie dans sa *Physica subterranea*, ouvrage imprimé à Francfort en 1669, et commenté par son éditeur Ernest Stahl, aussitôt après la mort de l'auteur. Cette science nouvelle, qui n'avait pas alors de langue qui lui fût propre, et dont les théories ne reposaient encore que sur des hypothèses, fit d'abord des progrès assez lents ; mais peu à peu l'étude de la chimie devint générale en Europe, les découvertes se succédèrent rapidement, et la nomenclature chimique présentée par Guyton de Morveau, et adoptée en 1787 par l'Académie Française sur le rapport de Lavoisier, Fourcroy et Berthollet, fut la langue universelle des chimistes de tous les pays ; de là les progrès immenses que la chimie a faits depuis la fin du dix-huitième siècle, et qui ne permettent plus désormais d'ignorer entièrement une science qui étend chaque jour ses ramifications avec les autres sciences, et ses applications à tous les besoins de la société.

Afin de présenter un tableau aussi complet que possible de l'état présent de la science de la chimie, sans dépasser les bornes de ce Manuel, nous n'examinerons avec détail que les corps les plus remarquables des groupes principaux, et nous rejetterons dans un vocabulaire spécial quelques définitions, l'explication de la nomenclature chimique, les dénominations nouvelles sous lesquelles on désigne maintenant quelques substances connues anciennement sous d'autres noms, et le plus grand nombre des composés animaux et végétaux qui ont été jusqu'à présent analysés.

LIVRE PREMIER.

ÉLÉMENS IMPONDÉRABLES.

Les élémens impondérables sont la *lumière*, le *calorique*, l'*électricité* et le *magnétisme*. La nature de ces élémens reste encore inconnue, leur poids est inappréciable, et leur existence serait entièrement hypothétique, si elle ne nous était en quelsorte révélée par leurs effets sur d'autres corps; ces effets, d'une importance aussi remarquable en physique, que dans presque tous les phénomènes chimiques des trois règnes de la nature, appartiennent ainsi à la chimie générale, et c'est dès-lors par l'examen des propriétés des élémens impondérables qu'il nous semble convenable de commencer l'étude de la chimie.

§. I. — LUMIÈRE.

Tout le monde est familiarisé avec la lumière du soleil, avec celle que donne une chandelle ou d'autres corps lorsqu'ils brûlent; chacun sait aussi que c'est par le moyen de la lumière que les corps sont rendus visibles. Roemer, physicien danois, démontra le premier que la lumière emploie environ seize minutes à traverser l'orbite de la terre; et que, par conséquent, elle parcourt plus de 32,000 myriamètres par seconde. La lumière acquiert cette vitesse prodigieuse dans un instant, et semble l'acquérir de même dans tous les cas, quel que soit le corps dont elle se sépare. M. A. Fresnel, ingénieur des ponts et chaussées, qui s'est beaucoup occupé depuis quelques années de re-

cherches sur la lumière, a présenté à l'Académie des Sciences de l'Institut, dont il a été nommé membre, différens mémoires sur ce sujet; en 1822, il voulut bien se charger de rédiger lui-même un extrait de ses savans mémoires pour être inséré dans le supplément à ma traduction de la cinquième édition du *Système de Chimie*, par M. Th. Tompson, que je fis alors publier.

Les physiciens sont, dit-il dans cet extrait, depuis long-temps partagés sur la nature de la lumière. Les uns supposent qu'elle est lancée par les corps lumineux, et les autres, qu'elle résulte des vibrations d'un fluide élastique infiniment subtil répandu dans l'espace, comme le son provient des vibrations de l'air; le système des ondulations, qui est dû au génie de Descartes, et que Huyghens a plus habilement suivi dans ses conséquences, a été aussi adopté par Euler, et dans ces derniers temps par le célèbre docteur Thomas Young, auquel l'optique doit beaucoup de découvertes importantes. Le système de l'émission, ou celui de Newton, soutenu par le grand nom de son auteur, et je dirais presque par cette réputation d'infaillibilité que son immortel ouvrage des *Principes* lui avait acquise, a été plus généralement adopté. L'autre hypothèse paraissait même entièrement abandonnée, lorsque M. Young l'a rappelée à l'attention des physiciens, par des expériences curieuses qui en présentent une confirmation frappante, et semblent en même temps bien difficiles à concilier avec le système de l'émission.

Les phénomènes nouveaux, comparés aux faits antérieurement connus, augmentent tous les jours les probabilités en faveur du système des ondulations. Quoique négligé depuis long-temps, et plus difficile à suivre dans ses conséquences mécaniques, il fournit déjà des moyens de calculs plus étendus. C'est un des caractères les moins équi-

voques de la réalité d'une théorie. Quand une hypothèse est vraie, elle doit conduire à la découverte des rapports numériques qui lient entre eux les faits les plus éloignés ; lorsqu'elle est fausse, au contraire, elle peut représenter à la rigueur les phénomènes pour lesquels elle a été imaginée, comme une formule empirique représente les mesures entre les limites desquelles elle a été calculée ; mais elle ne saurait dévoiler les nœuds secrets qui unissent ces phénomènes à ceux d'une autre classe.

C'est par suite des savantes recherches de M. Fresnel sur la lumière, que les opinions restées pendant si long-temps indécises entre la théorie de l'émission et celle des ondulations, viennent d'être définitivement fixées ; que la supériorité de la théorie des ondulations, trop long-temps méconnue, a été complétement et irrésistiblement démontrée ; et enfin, c'est d'après cette théorie des ondulations, que la physique sera désormais enseignée dans les écoles du gouvernement et les cours publics.

Quelque petit que soit un point lumineux, il est toujours composé, dans la réalité, d'une infinité de centres d'ondulations, et il doit être considéré dès-lors comme le sommet commun d'une infinité de cônes d'une très petite épaisseur, composés de rayons lumineux qui s'étendent tant que rien ne les arrête.

On appelle *diffraction* de la lumière les modifications qu'elle éprouve en passant auprès des extrémités des corps. Lorsqu'on fait entrer les rayons solaires dans une chambre obscure par une ouverture d'un très petit diamètre, on remarque que les ombres des corps, au lieu d'être terminées nettement et d'une manière tranchée, comme cela devrait arriver si la lumière marchait toujours en ligne droite, sont fondues sur leurs contours et bordées de trois franges coloriées bien distinctes.

dont les largeurs sont inégales et vont en diminuant de la première à la troisième; quand le corps interposé est assez étroit, on voit même des franges dans son ombre, qui paraît alors divisée par des bandes obscures et des bandes plus claires, placées à des distances égales les unes des autres. Ces ondes lumineuses qui se répandent dans les ombres des corps, sont dues à la diffraction de la lumière. Grimaldi est le premier physicien qui les ait observées et étudiées avec soin, et c'est en examinant le phénomène de la diffraction que M. Fresnel a été conduit de preuve en preuve à la démonstration complète du système des ondulations de la lumière.

La manière dont les corps sont affectés par la lumière, étant un objet de considération qui concerne principalement et plus particulièrement la physique, nous devons nous borner à ne parler ici que de ses rapports chimiques, et ces rapports, on peut convenablement les comprendre tous sous les quatre titres suivans:

1°. Puissance moyenne de réfraction et de dispersion;

2°. Action des différentes couleurs du prisme sur la matière chimique;

3°. Polarisation de la lumière;

4°. Production de la lumière et phosphorescence.

Puissance moyenne de réfraction et de dispersion. — Newton découvrit le premier que certains corps exercent sur la lumière une force attractive particulière. Lorsqu'un rayon de lumière passe obliquement de l'air ou d'un milieu moins dense dans un milieu quelconque plus dense, il éprouve, en entrant dans ce milieu plus dense, une courbure en angle qui s'appelle *réfraction*. La différence de cette déviation du rayon de son chemin en ligne droite, dépend, pour toute substance particulière, de l'obliquité de ce rayon relativement

à la surface qui lui fait éprouver la réfraction ; de manière que le sinus de l'angle de réfraction est au sinus de l'angle d'incidence dans un rapport constant. Or, Newton trouva que des corps résineux, huileux ou inflammables, faisaient éprouver aux rayons lumineux une déviation plus grande que celle à laquelle, d'après leur masse attractive ou densité, on avait lieu de s'attendre. Il en conjectura que le diamant et l'eau contenaient l'un et l'autre une matière combustible; anticipation d'une découverte future en chimie, due, dès-lors, au génie et à la sagacité de ce savant.

Le docteur Wollaston inventa un appareil très ingénieux, dans lequel, au moyen d'un prisme rectangulaire de flint-glass, l'index de réfraction de chaque substance se voit tout de suite par un vernier, les trois côtés d'un triangle mobile effectuant les opérations de réduction d'une manière très expéditive. — *Phil. Trans.*, 1802, ou *Nicholson's Journal*, in-8. Vol. IV, p. 89.

Mais les milieux transparens n'occasionnent pas seulement une certaine courbure du rayon solaire de lumière blanche, appelée la *réfraction moyenne*, ils décomposent également ce rayon dans les différentes couleurs qui le constituent. On désigne cet effet en le nommant *dispersion*. Or, les puissances réfractive et dispersive moyennes des corps ne sont pas proportionnelles entre elles. Dans quelques uns des milieux qui réfractent ou sont réfringens, l'angle moyen de réfraction est plus grand, tandis que l'angle de dispersion est plus petit; et dans d'autres milieux réfringens, l'angle moyen de réfraction est plus petit, tandis que l'angle de dispersion est plus grand. Il résulte de cela que la connaissance du pouvoir moyen de réfraction d'une substance donnée, ne nous mettra pas en état de déterminer son pouvoir de dispersion, *et vice versâ*.

On peut, dans un grand nombre de cas, inférer

la constitution chimique des corps de leur pouvoir de réfraction. Si l'on soumet des huiles essentielles à l'examen pour en reconnaître le degré de pureté, l'instrument du docteur Wollaston peut être d'un emploi très utile à raison de la petite quantité qu'exige l'essai. Dans l'examen de l'huile de girofle, par exemple, le docteur Ure dit avoir éprouvé une grande différence : le pouvoir de réfraction de l'huile naturelle de girofle est aussi élevé que 1,585; mais il avait acheté, sous le nom d'huile de girofle, une huile dont le pouvoir de réfraction n'excédait pas 1,498, et qui probablement avait été falsifiée par un mélange avec quelque huile d'un pouvoir de réfraction moindre.

M. Biot a fait, relativement aux composés gazeux, une heureuse application de la belle idée suggérée par le docteur Wollaston.

TABLE I. — *Pouvoirs réfringens des gaz pour la température de* 0 *et la pression de* 0,76, *par MM. Biot et Arago.*

	Pouvoirs réfringens des gaz, celui de l'air étant 1.
Air atmosphérique.	1,00000
Oxigène.	0,86161
Azote	1,03408
Hydrogène	6,61436
Ammoniaque.	2,16851
Acide carbonique	1,00476
Hydrogène carburé.	2,09270
Gaz acide muriatique	1,19615

TABLE II. — *Pouvoirs de dispersion.*

Cryolite.	Brewster.	0,022
Spath fluor.	*Idem*	0,022
Eau	*Idem*	0,035
Diamant.	*Idem*	0,038
Flint-glass (au plus haut degré)	*Idem*	0,052
Carbure de soufre	*Idem*	0,115

Phosphore	Brewster.	0,128
Soufre	*Idem*	0,150
Huile de cassia	*Idem*	0,139
Réalgar.	*Idem*	0,255
Chromate de plomb (réfr. la plus faible).	*Idem*	0,262
Idem (réfr. la plus forte). .	*Idem*	0,400

Le carbure de soufre excède en pouvoir réfringent celui de tous les corps fluides. Il surpasse même le pouvoir réfringent du flint-glass, de la topaze et de la tourmaline; et sa faculté de dispersion excède celle de toute substance fluide, à l'exception de l'huile de cassia, tenant une place intermédiaire entre le phosphore et le baume de tolu.

Le docteur Brewster a fait voir de plus que tous les cristaux à double réfraction ont deux pouvoirs de dispersion.

Il paraît, d'après la table I, que le pouvoir réfringent du gaz hydrogène surpasse de beaucoup, non seulement celui des autres gaz, mais encore celui de tous les corps connus. Ce principe existe en grande abondance dans les résines, les huiles et les gommes, corps dans lesquels il est à l'état d'union avec le carbone et l'oxigène; et c'est probablement à la présence de l'hydrogène en grande proportion dans ces combustibles, qu'il faut attribuer leur haut degré de pouvoir réfringent, ainsi que Newton en fit la judicieuse observation. Cet effet de la présence de l'hydrogène se fait sensiblement remarquer dans l'ammoniaque, dont le pouvoir réfringent est plus que le double de celui de l'air, et de beaucoup supérieur à celui de l'eau.

Mais puisque chaque substance devrait introduire dans ses combinaisons son caractère particulier, et y conserver jusqu'à un certain degré la force avec laquelle elle agit sur la lumière, on peut essayer de calculer sous ce point de vue l'in-

fluence de réfraction des parties constituantes d'un composé. D'après la connaissance que nous avons de la ténuité extrême de la lumière, il est probable que l'influence d'une condensation chimique médiocre ne devrait affecter que très légèrement ses effets ; car, que la lumière soit un éther ou une émanation corpusculaire, l'excessive petitesse de ses particules, comparée aux distances entre les molécules des corps, devrait rendre sans aucune importance le changement de distance parmi ces molécules. Par conséquent les pouvoirs réfringens des corps ne devraient différer que de très peu de ceux de leurs élémens, à moins qu'une très grande condensation n'ait lieu.

Les rayons de lumière, en traversant le plus grand nombre des corps cristallisés, se partagent communément en deux pinceaux ou faisceaux, dont l'un, qui s'appelle le rayon ordinaire, suit les lois communes de réfraction, conformément aux tables précédentes, tandis que l'autre, appelé le rayon extraordinaire, obéit à des lois différentes. Ce phénomène se produit dans tous les cristaux transparens, dont la forme primitive n'est ni un cube, ni un octaèdre régulier. La division du rayon est plus ou moins grande, selon la nature du cristal et la direction dans laquelle il est coupé. Mais de toutes les substances connues qui produisent ce phénomène, le carbonate de chaux rhomboïdal, ordinairement appelé spath d'Islande, est celle dans laquelle il se manifeste de la manière la plus énergique.

Action des différentes couleurs du prisme sur la matière chimique. — Si après avoir admis, dans une chambre où l'on a fait l'obscurité et au moyen d'un petit trou pratiqué dans le volet d'une fenêtre, un rayon solaire de lumière blanche, on fait passer ce rayon à travers un prisme de verre triangulaire, il se divisera en un certain nombre de couleurs brillantes qu'on peut recevoir sur une

feuille de papier. Newton reconnut que si cette image colorée, que l'on appelle spectre, est divisée dans sa totalité en 360 parties, le rouge occupera 45 de ces parties, l'orangé 27, le jaune 48, le vert 60, le bleu 60, l'indigo 40, et le violet 80. Les rayons rouges étant ceux qui éprouvent par le prisme le moins de courbure de la direction du rayon blanc, sont considérés comme étant les rayons les moins réfractés ou les moins réfrangibles, tandis que les rayons violets, toujours situés à l'extrémité opposée du spectre, sont désignés comme étant les plus réfrangibles. Suivant le docteur Wollaston, lorsqu'un rayon de lumière, large seulement de $\frac{1}{20}$ de pouce (environ $1^{mm}26$), est reçu par l'œil à la distance de 10 pieds (environ 3 mètres) à travers un prisme net de flint-glass, le spectre ne présente que quatre couleurs seulement; le rouge, le vert jaunâtre, le bleu et le violet.

Si ces rayons de lumière diversement colorés, ainsi séparés par le prisme, sont concentrés sur un petit point, au moyen d'une lentille, ils reproduiront la lumière incolore ou lumière blanche. Newton attribue les différentes couleurs des corps à la faculté qu'ils ont d'absorber toutes les couleurs primitives, à l'exception de celle particulière qu'ils réfléchissent, couleur par conséquent sous laquelle ils nous apparaissent à la vue.

Les rayons de lumière diversement colorés, diffèrent beaucoup entre eux, suivant sir William Herschell, dans leurs facultés d'éclairer les objets. Le vert le plus clair ou le jaune le plus foncé, qui se rapprochent davantage du milieu du spectre, répandent plus de lumière sur une page d'impression qu'aucun autre des rayons situés de l'un ou l'autre côté du spectre, à partir de ce milieu. Sir H. Davy remarque qu'il y a plus de rayons verts dans une portion donnée du spectre, que de rayons bleus; la différence dans le pouvoir d'illu-

mination peut dépendre de cette circonstance. Les rayons séparés par un prisme ne sont plus susceptibles d'éprouver de division par leur passage à travers un autre prisme; et dans les circonstances de leur double réfraction et réflexion, ils semblent se rapporter à la lumière directe. Un objet éclairé par l'un quelconque des rayons dans le spectre, est vu double dans le cristal d'Islande, de la même manière que s'il eût été visible par la lumière blanche.

Sir H. Englefield et M. Berard ont confirmé les résultats de sir W. Herschell, relativement à l'accroissement progressif de l'influence calorifique de l'extrémité du spectre, se terminant par le rayon violet à l'extrémité formée par le rayon rouge; et ils ont aussi trouvé, comme Herschell, qu'il s'étendait une influence calorifique au delà de la limite de la lumière rouge dans l'espace non éclairé. Cependant M. Berard observa que le maximum d'effet était dans la lumière et non *au-delà*. Cet ingénieux physicien fit passer un pinceau du rayon solaire à travers un prisme de spath d'Islande. La division des rayons forma deux *spectres* qui présentaient les mêmes propriétés que le spectre seul. Ils jouissaient l'un et l'autre de la même vertu calorifique, de la même manière et au même degré. M. Berard polarisa un rayon de lumière réfléchi d'un miroir, et il trouva que, dans toutes les positions dans lesquelles la lumière cessait d'être réfléchie, la chaleur cessait aussi de se manifester; le thermomètre placé au foyer de l'appareil n'était plus alors affecté. On voit donc ainsi que le même principe qui donne la chaleur obscure, accompagne les molécules lumineuses, et obéit aux mêmes lois d'action.

Si l'on expose à l'action des différens rayons dans le spectre prismatique du chlorure d'argent humecté, on trouvera qu'aucun effet n'est produit sur ce corps dans les rayons les moins réfrangi-

bles, qui occasionnent de la chaleur sans lumière; que les rayons rouges n'opéreront qu'une légère décoloration; que le pouvoir de noircir sera plus grand dans le rayon violet que dans aucun autre; et qu'au-delà du rayon violet, dans un espace parfaitement obscur à nos yeux, l'action dont l'effet tend à noircir, sera manifeste sur la surface du chlorure d'argent.

Cette belle observation, due à M. Ritter et au docteur Wollaston, prouve qu'il existe des rayons plus réfrangibles que les rayons produisant chaleur et lumière. Comme il paraît, d'après les observations de Berthollet, qu'il se forme du gaz acide hydrochlorique lorsque du chlorure d'argent est noirci par la lumière, les rayons plus réfrangibles ci-dessus peuvent être appelés rayons hydrogénans. Sir H. Davy trouva que, dans un mélange de chlore et d'hydrogène, l'action entre eux de ces principes, se combinant sans explosion, était plus rapide lorsque le mélange était exposé aux rayons rouges, que lorsqu'il était placé dans les rayons violets; mais que de la dissolution de chlore dans l'eau devenait le plus rapidement dissolution d'acide hydrochlorique, étant placée dans les rayons les plus réfrangibles du spectre. Sir H. Davy observa aussi que l'oxide puce de plomb étant humecté, passait par degrés à une teinte rouge dans les rayons les moins réfrangibles, et finissait par y devenir noir; mais que cet oxide n'était pas affecté dans les rayons les plus réfrangibles. Le même changement était produit lorsqu'on exposait cet oxide puce de plomb à un courant de gaz hydrogène. L'oxide de mercure provenant du protochlorure de ce métal et d'eau de potasse, étant exposé dans le spectre, n'éprouvait pas de changement dans les rayons les plus réfrangibles; mais dans les moins réfrangibles, il devenait rouge, ce qui doit être résulté de l'absorption d'oxigène. Les rayons violets produi-

saient sur l'oxide rouge de mercure humecté, le même effet que le gaz hydrogène.

Le docteur Wollaston trouva que du gaïac, exposé dans les rayons violets, passait rapidement du jaune au vert; et MM. Gay-Lussac et Thenard soumettaient un mélange gazeux d'hydrogène et de chlore à la même influence, celle des rayons violets, lorsque ce mélange fit immédiatement explosion. En plaçant, dans les différentes parties du spectre, de petits morceaux de carte recouverts de chlorure d'argent, ou de petites fioles de gaz hydrogène et chlore mélangés, M. Berard vérifia les premières observations de l'accroissement au maximum du pouvoir chimique dans le rayon violet, et même de l'existence de ce pouvoir au-delà de ce rayon; mais il trouva aussi qu'en laissant pendant un temps suffisant les réactifs dans les rayons indigo et bleu, il se produisait sur ces réactifs un effet sensible. M. Berard concentra, au moyen d'une lentille, toute cette portion du spectre qui s'étend du vert à la limite extrême du violet; et, par une autre lentille, il rassembla l'autre moitié du spectre comprenant le rouge. Cette dernière portion du spectre forma le foyer d'une lumière blanche, si brillante, que l'œil n'en pouvait soutenir l'éclat; cependant il ne se produisit, au bout de deux heures, aucun changement sensible sur le chlorure d'argent; au contraire, le foyer de l'autre moitié du spectre, dont la lumière et la chaleur étaient moins intenses, rendit noir le chlorure en dix minutes. D'après les recherches de M. Delaroche, nous sommes, jusqu'à un certain point, en état de rapporter ces effets dissemblables de lumière à un principe commun. (*Voyez* CALORIQUE.)

Dans la dernière leçon bakérienne de M. Brande, sur la composition de l'analyse des gaz de houille et d'huile, cet ingénieux chimiste fait voir que la lumière produite par ces gaz ou par le gaz olé-

fiant, lors même qu'ils sont concentrés de manière à produire un degré sensible de chaleur, n'occasionnait pas de changement sur la couleur du chlorure d'argent, non plus que sur un mélange de chlore et d'hydrogène, tandis que la lumière émise par du charbon électrisé affecte promptement le chlorure, détermine l'union rapide de ces gaz, et quelquefois avec explosion. La lumière concentrée de la lune, comme celle des gaz, ne produit aucun changement. M. Brande termine par observer qu'ayant reconnu que le photomètre de M. Leslie était sans efficacité, il en employa un rempli avec de la vapeur d'éther (qu'on pouvait renouveler au moyen d'une colonne de ce liquide), et il trouva qu'il était plus sensible.

Les faits généraux, dit sir H. Davy, de la réfraction et les effets du rayon solaire, offrent de l'analogie avec ceux que présente l'électricité. Dans le circuit voltaïque, le maximum de chaleur semble résider au pôle positif où le pouvoir de combinaison avec l'oxigène est donné aux corps, et l'action en vertu de laquelle les corps sont rendus inflammables, s'exerce à la surface opposée; et des effets chimiques semblables sont produits par l'électricité négative et par les rayons les plus réfrangibles du rayon solaire. En général, les effets des rayons solaires sont très compliqués dans la nature. La vigueur de la végétation dépend de la présence des rayons solaires ou de la lumière; et, tandis que la chaleur donne de la fluidité et du mouvement aux sucs végétaux, des effets chimiques sont également produits; il s'en sépare de l'oxigène, et des composés inflammables sont formés. Les plantes privées de lumière blanchissent et contiennent un excès de molécules sucrées et aqueuses; et les fleurs doivent la variété de leurs nuances de couleurs à l'influence des rayons solaires. Les animaux même ont besoin de la pré-

sence des rayons du soleil, et leurs couleurs semblent matériellement dépendre de l'influence chimique de ces rayons; en comparant entre eux des animaux vivant sous les pôles et sous les tropiques, ainsi que les parties de leur corps exposées à la lumière, et celles qui ne le sont pas, on reconnaît la justesse de cette opinion.

Polarisation de la lumière. — Cette nouvelle branche de la science de l'optique est due au génie de Malus. Elle a été, depuis, principalement cultivée en France par MM. Biot, Arago et Fresnel, et en Angleterre par le docteur Brewster. M. Herschell s'est fait comprendre en dernier lieu dans cette liste sous des auspices très favorables.

Si un rayon solaire tombe sur la surface antérieure d'un miroir plan non étamé, en formant avec ce miroir plan un angle de 35° 25′, le rayon sera réfléchi suivant une ligne droite, de manière que l'angle de réflexion sera égal à l'angle d'incidence. Dans un point quelconque du trajet de ce rayon réfléchi, recevez-le sur un autre plan de verre semblable, il y subira encore, en général, une seconde réflexion partielle. Mais cette réflexion deviendra nulle, si le second plan de verre forme aussi un angle de 35° 25′ avec le premier rayon réfléchi, et s'il est tourné en même temps de manière que la seconde réflexion se fasse dans un plan perpendiculaire au plan dans lequel la première réflexion s'est opérée. Pour mieux rendre sensibles ces phénomènes de réflexion, supposez que le plan d'incidence du rayon sur le premier verre coïncide avec le plan du méridien, et que le rayon réfléchi est vertical. Alors, si l'on fait faire une révolution au second plan incliné, il tournera autour du rayon réfléchi, en formant toujours avec lui le même angle; et le plan dans lequel s'opère la seconde réflexion se trouvera nécessairement dirigé vers les divers points de l'horison, dans les différens azimuts. D'après cet

arrangement, on observera les phénomènes suivans :

Lorsque le second plan de réflexion est dirigé dans le méridien, et par conséquent coïncide avec le premier, l'intensité de la lumière réfléchie par la seconde glace est à son maximum :

En proportion de ce que ce second plan, dans sa révolution, s'éloigne d'être parallèle au premier, l'intensité de la lumière diminuera :

Enfin, lorsque le second plan de réflexion est dirigé dans le vertical d'est et ouest, et par conséquent perpendiculaire au premier, l'intensité de la réflexion de lumière est absolument nulle sur les deux surfaces de la seconde glace, et le rayon est transmis en totalité.

Si, en maintenant le second plan de réflexion incliné de la même manière à l'horizon, l'on continue à lui faire faire une révolution au-delà du premier quart de la circonférence, les phénomènes se reproduiront dans un ordre inverse ; c'est-à-dire que l'intensité de la lumière croîtra précisément comme elle avait diminué, et deviendra égale, à distances égales, du vertical d'est et ouest. Il s'ensuit que le second plan de réflexion revient de nouveau dans le méridien, ou arrive à un second maximum d'intensité égal au premier.

D'après ces expériences, il paraît que le rayon réfléchi par la première glace n'est point réfléchi par la seconde, sous cette incidence, quand il se présente à elle par ses pans est et ouest, mais qu'il est réfléchi, au moins en partie, lorsqu'il est présenté à la glace par deux autres quelconques de ses pans opposés. Or, si nous considérons le rayon comme une succession infiniment rapide d'une série de molécules lumineuses, les pans du rayon ne sont simplement que la suite des pans de ces molécules. Il en faut donc conclure que ces molécules ont des faces douées de propriétés phy-

siques différentes; et que, dans la circonstance présente, la première réflexion a tourné vers les mêmes côtés de l'espace, des faces semblables, ou au moins des faces également douées de la propriété dont il s'agit. C'est cet arrangement de molécules que Malus nomma *polarisation* de la lumière, assimilant l'effet de la première glace à celui d'un aimant qui tournerait les pôles d'une série d'aiguilles magnétiques, toutes dans la même direction.

Production de la lumière et phosphorescence. — Nous considérerons la lumière comme un être indépendant, universellement distribué parmi les minéraux, les végétaux et les animaux, pouvant être dégagé de l'état latent dans lequel il y existe par diverses opérations naturelles et artificielles; savoir :

1°. Par frottement :

A cette première source de lumière appartiennent la lumière produite par l'électricité, et celle qui se dégage même sous l'eau, par la collision de deux morceaux de quartz.

2°. Par condensation et expansion :

Si, après avoir subitement comprimé de l'air atmosphérique ou de l'oxigène, en remplissant de ce dernier gaz un petit cylindre ou ballon de verre, ce vaisseau est tout à coup rompu *dans le vide*, on aperçoit à l'instant un éclat de lumière.

3°. Par la chaleur :

Si l'on projette sur des morceaux de métal, de verre, etc., de l'air porté jusqu'à la chaleur d'environ 480 degrés centigrades, il les rendra promptement capables de rayonner de la lumière. La flamme brillante qui se manifeste, lorsque du charbon ou du phosphore brûlent, est simplement l'état d'ignition des particules solides de ces corps. A une certaine élévation de température, telle que celle d'environ 425 degrés centigrades, tous les corps solides commencent à donner de la lumière. Le même effet est produit *dans le vide*, en transmet-

tant l'électricité voltaïque à travers un fil métallique. C'est à cet effet aussi qu'on peut rapporter la phosphorescence des minéraux. Benvenuto Cellini semble être celui qui a le premier décrit ce phénomène curieux, dans son *Traité sur la Joaillerie*, publié au commencement du seizième siècle. En 1663, M. Boyle observa que du diamant, légèrement chauffé, étant frotté ou comprimé, émettait une lumière presque égale à celle du ver-luisant.

L'exposé le plus complet que nous ayons sur la phosphorescence minérale, est celui donné par le docteur Brewster, inséré *Edimburgh Phil. Journal*, vol. I. Sa méthode d'examen était ingénieuse et fut suivie avec soin. Il ne réduisait jamais les corps en poudre; mais il en plaçait un fragment sur une masse épaisse de fer chaud, ou, dans des expériences délicates, il introduisait ce fragment au fond d'un canon de pistolet chauffé un peu au rouge.

4°. Lumière émise de corps en conséquence de l'action de lumière étrangère :

C'est à cette nature de lumière que se rapportent les phosphores solaires, ou phosphores porte-lumière. Le plus puissant de ces phosphores est le composé artificiel de Canton. Si après avoir mêlé ensemble trois parties d'écailles d'huîtres calcinées réduites en poudre, avec une partie de fleur de soufre, on tasse ce mélange dans un creuset qu'on fait ensuite chauffer au rouge, pendant une demi-heure, on trouvera que les parties claires de ce mélange étant exposées au rayon solaire, ou à la lumière ordinaire du jour, ou à un choc électrique, acquerront la faculté de luire dans l'obscurité, de manière à éclairer le cadran d'une montre et à en faire distinguer les figures. A la vérité, ce mélange cessera au bout d'un certain temps de luire; mais si la poudre, étant gardée dans une fiole bien bouchée, on l'expose de nouveau au rayon solaire, la propriété lumineuse sera rétablie. En stratifiant des écailles d'huîtres avec du soufre dans un creuset,

qu'on chauffe ensuite au rouge, on obtient une substance d'une énergie phosphorescente plus grande que la poudre. Ce mélange doit être aussi conservé dans une fiole bouchée. Si l'on transmet la décharge électrique le long des surfaces de certains corps, ou un peu au-dessus de ces surfaces, il se produit une phosphorescence un peu durable.

Le sulfate de baryte donne ainsi une lumière d'un vert clair; le carbonate de baryte, une lumière semblable, moins brillante; l'acétate de potasse, une lumière d'un vert léger; l'acide succinique, une lumière semblable, plus durable. Le sucre en pain de même; le sulfate de chaux, une lumière semblable, mais passagère; le cristal de roche, une lumière rouge et ensuite blanche; le quartz, une lumière d'un blanc mat; le borax, une faible lumière verte; l'acide borique, une lumière d'un vert clair.

5°. De la lumière émise pendant que des changemens chimiques ont lieu, lumière indépendante de la chaleur, ou dans laquelle on n'aperçoit pas qu'il se développe de la chaleur. Les substances d'où s'émet une semblable lumière sont celles qui suivent :

Les animaux marins, soit vivans, soit privés de la vie. On peut citer comme exemples, le poisson à coquille appelé *pholas*, la *medusa phosphorea*, et divers autres mollusques. Les poissons marins, en général, lorsqu'ils sont privés de la vie, semblent produire en abondance cette espèce de lumière. Il se développe aussi de la lumière de la chair des quadrupèdes. Dans la classe des insectes, il en est un grand nombre qui émettent très abondamment la lumière, particulièrement différentes espèces de *fulgora*, ou mouche-lanterne, et de *lampyris* ou ver-luisant, aussi le *scolopendra electrica* et une espèce de crabe appelé *cancer fulgens*. Le bois pourri est bien connu pour émettre de la lumière, de même que la terre de tourbe.

Le docteur Hulme, dans une dissertation soignée sur cette lumière, insérée *Phil. Trans.* pour 1790, établit les propositions importantes qui suivent :

1. La quantité de lumière émise par les substances animales mortes, n'est pas en proportion du degré de putréfaction où elles se trouvent, ainsi qu'on l'a ordinairement supposé; mais, au contraire, plus la putréfaction est grande, moins il y a de lumière dégagée. Il semblerait que cet élément, doué d'une élasticité prééminente, est le premier qui s'échappe de l'état condensé de combinaison dans lequel il avait été emprisonné par les forces vitales ; et il est suivi après quelque temps par les gaz, relativement moins élastiques, dont le dégagement constitue la putréfaction.

2. Cette lumière est un principe chimique constituant de quelques corps, surtout de poissons marins, dont il peut être séparé par un procédé particulier, et ensuite retenu et rendu permanent pendant quelque temps. Une dissolution de 1 partie de sulfate de magnésie dans 8 parties d'eau, forme la liqueur la plus convenable pour extraire cette lumière, la retenir, et en augmenter l'éclat. Du sulfate et de l'hydrochlorate de soude, convenablement étendus d'eau, peuvent aussi remplir cet objet. Lorsque l'une quelconque des dissolutions salines est trop concentrée, la lumière disparaît; mais dès l'instant que la dissolution est étendue d'eau, elle se manifeste de nouveau après une obscurité absolue. J'ai souvent fait cette expérience curieuse avec la lumière provenant du merlan. L'eau ordinaire, l'eau de chaux, les liqueurs fermentées, des acides, même très étendus, des lessives alcalines, et beaucoup d'autres corps, éteignent d'une manière permanente cette lumière spontanée. L'eau bouillante la détruit; mais la congélation ne fait qu'en suspendre la manifestation; car elle reparaît par la liquéfaction après congélation. Une douce chaleur donne de la viva-

cité au phénomène, mais elle en diminue la durée.

§. II. — CALORIQUE.

Les chimistes modernes ont généralement adopté ce terme pour désigner la *cause de la chaleur;* lorsqu'on dit d'une personne *qu'elle a chaud,* d'une pierre *qu'elle est chaude*, cette manière de s'exprimer s'entend sans difficulté; cependant, elle présente, pour chacune de ces circonstances, un sens différent; dans le premier cas, elle signifie la *sensation* de la chaleur, et dans l'autre, la *cause* de cette sensation. C'est donc pour faire disparaître cette ambiguité, qu'il a paru convenable de choisir un mot au moyen duquel on pût distinguer *la cause de la chaleur* de la *sensation de la chaleur,* et le mot qui a paru devoir remplir le mieux cet objet, est celui de *calorique.*

C'est, dit le docteur Ure, qui a traité cet article de la manière la plus étendue et la plus intéressante dans son *Dictionnaire de Chimie;* c'est l'agent auquel on attribue les phénomènes de chaleur et de combustion. Cet agent est hypothétiquement considéré comme un fluide, d'une ténuité inappréciable, dont les molécules sont douées de pouvoirs répulsifs définis, et qui, par leur distribution en proportions diverses parmi les molécules de la matière pondérable, modifient l'attraction de cohésion, de manière à produire les trois formes générales, gazeuse, liquide et solide.

Cependant, plusieurs savans distingués ont révoqué en doute l'existence à l'état isolé d'une matière calorifique, et ils ont cherché à recourir à l'évidence, pour faire voir que les phénomènes devaient être plutôt rapportés à un mouvement vibratoire ou intestin des molécules de matière ordinaire. Le partisan le plus distingué de cette opinion dans les temps modernes, est sir Humphry Davy, dont la justesse et la profondeur des vues

méritent de la déférence. Nous croyons devoir présenter ici en abrégé l'exposé qui suit, des idées de ce savant, sur un sujet qui a offert tant de difficultés.

« On a rendu raison de la répulsion calorifique, en supposant l'existence d'un fluide subtil capable de se combiner avec les corps, et de séparer les molécules les unes des autres, et l'on a appelé ce fluide *matière de la chaleur* ou *calorique*.

« Cette supposition admet une explication heureuse d'un grand nombre de phénomènes, tels que ceux du froid produit pendant la conversion des solides en fluides ou gaz, et l'augmentation de température qui accompagne la condensation des gaz et des liquides. Dans le premier cas, la matière de la chaleur a été, dit-on, absorbée ou s'est combinée; dans le second cas, cette matière de la chaleur a été chassée, ou dégagée de sa combinaison. Mais il est d'autres faits qui ne s'accordent pas aussi bien avec cette opinion; tels sont ceux de la production de chaleur par frottement et percussion, et quelques uns des changemens chimiques qu'on y a rapportés. Ces changemens sont ceux de la chaleur violente produite dans l'explosion de la poudre à canon, où il se dégage une grande quantité de matière aériforme; et le feu qui se manifeste dans la décomposition du gaz euchlorine, ou protoxide de chlore, quoique les gaz qui résultent de cette décomposition occupent un plus grand volume.

« Lorsque la température des corps est élevée par frottement, il ne paraît pas y avoir diminution de leurs capacités, en employant le mot dans son sens ordinaire; et dans un grand nombre de changemens chimiques qui se rapportent à une augmentation de température, il semble y avoir également une augmentation de capacité. Un morceau de fer, porté à la chaleur rouge par l'action du marteau, ne peut être chauffé une seconde fois par le même

moyen, à moins qu'il n'ait été préalablement introduit dans un feu. Ce fait a été expliqué, en supposant que le fluide de la chaleur a été forcé, par la percussion, de sortir du fer, qui le recouvre dans le feu; mais en le considérant sous le point de vue mécanique, on reconnaîtra que les arrangemens des parties du fer sont altérées par l'action du marteau de cette manière, et qu'il est rendu cassant. Par un degré médiocre de frottement, ainsi que cela paraîtrait être d'après les expériences du comte de Rumfort, le même morceau de métal peut être maintenu chaud pendant un temps quelconque; de manière que si la chaleur est forcée d'en sortir, la quantité doit en être inépuisable. Lorsqu'un corps quelconque est refroidi, il occupe moins de volume qu'auparavant; il est donc évident que ses parties doivent s'être rapprochées les unes des autres; de même, lorsque le corps est dilaté par la chaleur, il est évident que ses parties doivent s'être écartées les unes des autres. La cause immédiate de ces phénomènes de la chaleur, est alors le mouvement; et les lois de sa communication sont précisément les mêmes que celles de la communication du mouvement. Puisqu'on peut amener toute matière à occuper un volume moindre par refroidissement, il est évident qu'il doit y avoir de l'espace entre les molécules de la matière; et puisque tout corps peut communiquer le pouvoir d'expansion à un corps d'une température plus basse, c'est-à-dire peut donner un mouvement expansif à ses molécules, on en peut inférer avec probabilité, que ses propres molécules jouissent de la propriété de se mouvoir; mais comme il n'y a pas de changement dans la situation de ses parties, tant que sa température reste la même, le mouvement, s'il existe, doit être vibratoire ou ondulatoire, ou un mouvement des molécules autour de leurs axes, ou un mouvement des molécules autour les unes des autres.

« Il semble possible de rendre compte de tous les phénomènes de la chaleur, si l'on suppose : que dans les solides, les molécules sont dans un état constant de mouvement vibratoire, les molécules des corps les plus chauds se mouvant avec la plus grande vélocité, et à travers un plus grand espace : que dans les liquides et les fluides élastiques, outre le mouvement vibratoire, qui doit être considéré comme étant le plus grand dans ces derniers corps, les molécules ont un mouvement autour de leurs propres axes, avec des degrés différens de vélocité, les molécules des fluides élastiques se mouvant avec la plus grande vitesse : et que dans les substances éthérées, les molécules se meuvent autour de leurs axes, et se séparent les unes des autres, pénétrant à travers l'espace en ligne droite. On peut concevoir que la température dépend des vitesses des vibrations ; l'augmentation de capacité du mouvement ayant lieu dans un plus grand espace; et la diminution de température, pendant la conversion des solides en fluides ou gaz, peut s'expliquer par la perte du mouvement vibratoire, en conséquence de la révolution des molécules autour de leurs axes, au moment où les corps deviennent liquides ou aériformes; ou par la perte de rapidité de vibration, résultant de ce que le mouvement des molécules a lieu dans un plus grand espace.

« Si l'on admet un fluide spécifique de chaleur, il faut, pour rendre raison des phénomènes, le supposer susceptible du plus grand nombre des affections qu'on attribue aux molécules de la matière ordinaire, et le considérer, par exemple, comme perdant son mouvement lorsqu'il se combine avec les corps, produisant du mouvement lorsqu'il est transmis d'un corps à un autre, et acquérant un mouvement projectile, en passant de ce corps dans l'espace libre; de manière qu'il peut être adopté, pour expliquer son action, un grand nombre d'hy-

pothèses qui rendent moins simple que l'autre cette manière de voir à ce sujet. Il a été fait des expériences très délicates, pour démontrer que les corps, étant échauffés, n'augmentent pas en poids : ce fait, dans toute l'extension qu'il peut avoir, serait évidemment en opposition avec l'idée qu'un fluide élastique subtil produit l'expansion calorifique ; mais il ne peut être considéré comme décisif, à raison de l'imperfection de nos instrumens. Il faut une bonne balance pour reconnaître qu'un décimètre cube d'air inflammable a du poids ; et il serait peut-être impossible de peser, par aucun des moyens en notre pouvoir, une substance étant, relativement à l'air inflammable, dans le même rapport en poids que celui-ci au platine. »

D'un autre côté, on a supposé que les observations de sir W. Herschell, sur les rayons calorifiques qui accompagnent ceux de lumière dans le rayon solaire, offrent une preuve décisive de la matérialité du calorique, ou du moins établissent son existence, et celle de la lumière, sur le même fondement. Cet astronome célèbre découvrit que, lorsqu'on place deux thermomètres semblables dans les différentes parties du rayon solaire décomposé par le prisme dans les couleurs primitives, ils indiquent des températures différentes. Il estime que le pouvoir d'échauffement dans les rayons rouges est, à celui des rayons verts, dans le rapport de 55 à 26 ; et à ce même pouvoir, dans les rayons violets, comme 55 à 16. Et dans un espace en dehors des rayons rouges, où la lumière cesse d'être visible, l'augmentation de température est la plus grande de toutes. Ainsi, un thermomètre, placé dans le rayon rouge plein, s'éleva de 3,5 degrés centigrades dans dix minutes ; et au-delà des limites du rayon solaire entièrement coloré, l'élévation fut, dans un temps égal, de 4,5 degrés centigrades.

Ces expériences furent répétées par sir H. Englefield, qui obtint des résultats semblables. Ce-

pendant M. Berard fut amené à une conclusion un peu différente. Dans la vue de rendre ses expériences plus positives, et leurs effets plus sensibles, il crut devoir se servir de l'*héliostat*, instrument au moyen duquel on peut diriger sur un point le rayon solaire, et l'y maintenir pendant toute sa période diurne. Il décomposa, par un prisme, le rayon solaire réfléchi par le miroir de l'héliostat, et plaça un thermomètre sensible dans chacun des sept rayons colorés. Il fut reconnu que la faculté calorifique augmentait progressivement de la portion violette du spectre à celle rouge, où le pouvoir échauffant était à son maximum, et non au-delà, dans l'espace où il n'y a plus de lumière visible. La plus grande élévation avait lieu dans le thermomètre, pendant que sa boule était encore entièrement couverte par les rayons rouges, derniers du spectre, et on le voyait descendre progressivement, à mesure que la boule, ainsi couverte, entrait dans l'obscurité. Enfin, en plaçant la boule entièrement hors du spectre visible, où Herschell fixait le maximum de chaleur, M. Berard trouva que l'élévation de température, au-dessus de l'air ambiant, n'était que le cinquième de l'élévation qu'il indiquait dans le rayon rouge extrême. Il fit ensuite des expériences semblables sur le spectre double produit par le *cristal d'Islande*, ainsi que sur la lumière polarisée, et il trouva, dans l'un et l'autre cas, que le principe calorifique accompagnait les molécules lumineuses; et que dans les situations où la lumière cessait d'être réfléchie, la chaleur disparaissait aussi.

Newton a fait voir que la différence de réfrangibilité des rayons de lumière peut s'expliquer en les supposant composés de molécules de grandeurs différentes, les plus grandes étant à l'extrémité rouge du spectre, et les plus petites à son extrémité violette. Le même savant illustre a mis en question si la lumière et la matière ordinaire n'é-

taient pas susceptibles de se convertir l'une dans l'autre; et adoptant l'idée que les phénomènes de chaleur sensible dépendent de vibrations des molécules des corps, il suppose qu'une certaine intensité de vibrations peut envoyer des molécules dans l'espace libre, et que des molécules en mouvement rapide en ligne droite, perdant le mouvement qui leur est propre, peuvent communiquer un mouvement vibratoire aux molécules des corps terrestres. De cette manière, il est facile de concevoir comment les rayons rouges vibreraient le plus fortement, et, par conséquent, exciteraient le plus grand degré de chaleur.

Nous en avons actuellement assez dit pour faire voir combien peu on est autorisé à prononcer des décisions dogmatiques sur la nature abstraite de la chaleur. Mais si l'essence de la cause est encore un mystère, plusieurs de ses propriétés et de ses effets ont été constatés, et habilement appliqués aux progrès de la science et aux besoins de la vie.

Nous les considérons ici dans l'ordre qui suit :

1°. Mesure de température.

2°. Distribution de la chaleur.

3°. Effets que la chaleur produit, en général, sur les différentes formes de matière.

Il conviendra d'employer le langage populaire, et de parler de la chaleur, comme existant en quantités plus ou moins grandes dans les corps, sans entendre rien décider ici sur la question de sa nature.

Mesure de température. — Si l'on chauffe modérément une baguette ou anneau de métal, qui s'adapte juste dans son état ordinaire à une mesure ou jauge oblongue ou circulaire, on trouvera, en appliquant chaude cette baguette ou anneau à la jauge froide, que ses dimensions sont augmentées. C'est ainsi que les carrossiers agrandissent

leurs bandes fortes de fer, de manière à ce qu'elles embrassent et serrent fortement par leur retrait, lorsqu'elles se refroidissent, le bâti en bois de leurs roues.

Une longue expérience a prouvé que des corps progressivement chauffés, augmentent progressivement de volume : c'est d'après ce principe que sont construits les divers instrumens destinés à mesurer la température. Si le corps dont on a fait choix pour indiquer, par l'augmentation de son volume, l'augmentation de chaleur, éprouvait des dilatations égales par des accroissemens égaux du pouvoir calorifique, alors l'instrument serait parfait, et nous aurions un pyromètre ou thermomètre exact. Mais il est très douteux qu'une substance quelconque, solide, liquide ou aériforme, conserve ce rapport égal entre son augmentation de volume et l'accroissement de chaleur. Cependant un thermomètre à mercure, lorsqu'il est bien fait, peut être considéré comme un moyen suffisamment exact pour mesurer la température.

Distribution de la chaleur. — Ce titre comprend les modes de distribution, ou les lois de refroidissement, et de la communication de la chaleur parmi les substances aériformes, liquides et solides; et aussi les chaleurs spécifiques de corps divers, à la même température, ou à des températures différentes.

Les premières vues relatives aux lois de la communication de la chaleur, se trouvent consignées dans les *opuscules* de Newton. Ce grand physicien admet *à priori*, qu'un corps échauffé, soumis à une cause constante de refroidissement, telle que l'action d'un courant d'air uniforme, doit perdre, dans chaque instant, une quantité de chaleur proportionnelle à l'excès de sa température sur celle de l'air ambiant; et que, par conséquent, ces pertes de chaleur, dans des intervalles de temps égaux et successifs, doivent former une progression géo-

métrique décroissante. Quoique Martine eût signalé depuis long-temps, dans ses Dissertations sur la chaleur, l'inexactitude de la loi précédente, inexactitude qui, en effet, ne pouvait échapper à personne, et qui me frappa dans une circonstance où j'observais le refroidissement progressif d'une sphère d'huile à 260 degrés centigrades; cependant, la proposition s'est propagée d'un ouvrage systématique à l'autre, sans contradiction.

Erxleben prouva également, par des observations très précises, que la déviation de la loi supposée, augmente de plus en plus, à mesure que l'on considère de plus grandes différences de température; et il en conclut qu'on commettrait des erreurs graves, si l'on étendait cette loi fort au-delà des limites de température entre lesquelles elle a été vérifiée. Cependant, depuis, M. Leslie, dans ses ingénieuses recherches sur la chaleur, a fait de cette loi la base de plusieurs déterminations qui, par cette même cause, se trouvent inexactes, ainsi que l'ont prouvé MM. Petit et Dulong, qui sont à la fin parvenus, d'une manière savante, à reconnaître la véritable loi.

Lorsqu'un corps se refroidit dans le *vide*, sa chaleur se dissipe entièrement par voie de rayonnement. Lorsqu'il est placé dans l'air ou dans tout autre fluide, son refroidissement devient plus rapide, la chaleur enlevée par le fluide s'ajoutant alors à celle-ci, qui se dissipe par rayonnement. Il est donc naturel de distinguer ces deux effets; et voici, suivant MM. Petit et Dulong, les lois différentes auxquelles ils sont assujettis?

Lorsqu'un corps se refroidit dans une enceinte vide et entretenue à une température constante, la vitesse du refroidissement, pour des excès de température en progression arithmétique, croît comme les termes d'une progression géométrique diminuée d'un nombre constant.

La vitesse de refroidissement d'un corps, due au contact seul d'un gaz, dépend, pour un même excès de

température, de la densité et de la température du fluide; mais cette dépendance est telle, que la vitesse du refroidissement reste la même, si la densité et la température du gaz changent de manière que l'élasticité reste constante.

M. Leslie est le premier qui ait examiné avec soin l'influence de la nature de la surface des corps sur la distribution de la chaleur, ce qu'on appelle ordinairement le rayonnement du calorique. Pour mesurer avec précision l'effet de cette influence, M. Leslie imagina un instrument particulier, auquel il donna le nom de thermomètre différentiel; il consiste dans un tube de verre recourbé dans la forme de la lettre U, et terminé à chacune de ses extrémités par une boule de verre creuse. Le calibre du tube est de la force environ de celui des gros thermomètres, et les boules ont 8 millimètres de diamètre et au-delà. Avant de fermer hermétiquement l'instrument, on y introduit une petite portion d'acide sulfurique teint en rouge avec du carmin. Il faut une certaine dextérité dans celui qui opère avec ce thermomètre pour faire arriver le liquide à la partie supérieure de l'une des tiges, et l'y maintenir en repos immédiatement au-dessous de la boule. A cette tige est attachée une échelle divisée en 100 parties, et l'instrument est alors fixé droit au moyen d'un peu de ciment, sur un socle de bois. Si l'on applique le doigt ou tout autre corps quelconque plus chaud que l'air ambiant sur l'une de ces boules, l'air contenu dans l'intérieur de la boule s'échauffera, et en se dilatant il sortira en partie de la boule, pressant et poussant devant lui le liquide teint. L'effet de cette dépression observé et mesuré en degrés sur l'échelle, indiquera la différence de température des deux boules; mais si l'instrument est simplement transporté, sans toucher ni l'une ni l'autre des boules, d'un air plus chaud dans un air plus froid, ou d'un air plus froid dans un air

plus chaud, ou enfin dans un milieu quelconque, il ne sera point affecté, parce qu'alors l'égalité de contraction ou de dilatation de l'air renfermé dans l'une et l'autre boule, maintiendra l'équilibre du liquide dans la tige. Ce thermomètre ainsi indépendant des fluctuations du milieu environnant, s'adapte bien à la mesure des émanations calorifiques de surfaces différentes rassemblées par convergence, au moyen d'un réflecteur concave sur l'une de ses boules. Le docteur Howard a décrit, dans le seizième numéro du *Journal of Science,* un thermomètre différentiel de son invention, qu'il imagine devoir présenter quelques avantages. Sa forme est une imitation de celle du thermomètre différentiel de M. Leslie; mais il contient simplement de l'alcool ou de l'éther teint, l'air étant chassé par ébullition avant que l'instrument ne soit hermétiquement fermé. La vapeur de l'éther ou de l'alcool dans le *vide* est, suivant lui, un moyen d'essai d'une sensibilité supérieure à celle de l'air. Il fait les deux tiges ou montans de longueurs différentes, par la considération que dans quelques cas il est très convenable que l'une des boules se trouve entièrement éloignée de l'autre. Dans le thermomètre de M. Leslie, où ces deux boules sont de niveau, leur distance l'une de l'autre varie de 8 à 25 millimètres et au-delà, suivant la grandeur de l'instrument. La longueur des tiges du siphon est en général de 12 à 15 centimètres.

Ses miroirs réflecteurs, d'environ 3 mètres de diamètre, consistaient dans du fer-blanc plané, ayant reçu, par l'action du marteau, la forme parabolique. Un vaisseau creux d'étain de 98 centimètres cubes, était, dans ses expériences, la source ordinaire d'émanation calorifiqne. Il recouvrait l'une des surfaces de ce vaisseau de noir de fumée, une autre de papier, une troisième de verre, et une quatrième restait nue. Après avoir alors rempli d'eau chaude le vase d'étain, et l'avoir placé

dans la ligne de l'axe, et à 1 ou 2 mètres vis-à-vis de l'un des miroirs au foyer duquel était placée la boule d'un thermomètre différentiel, il prenait note de la dépression qu'éprouvait le liquide coloré, en présentant successivement les différentes surfaces du vase tourné vers le miroir. La table qui suit présente les résultats qu'il obtint avec ces enveloppes et autres.

	Degrés.
Noir de fumée.	100
Eau (par évaluation)	100 +
Papier à écrire	98
Poix résine	96
Cire à cacheter	95
Crown-glass.	90
Encre de Chine.	88
Glace	85
Minium.	80
Plombagine	75
Colle de poisson.	75
Plomb terni par son exposition à l'air.	45
Mercure.	20 +
Plomb net.	19
Fer poli	15
Feuille d'étain.	12
Or, argent et cuivre.	12

MM. Leslie et Rumfort obtinrent des résultats semblables dans une forme plus simple. Ayant rempli de liquides chauds des vaisseaux de mêmes formes et capacités, mais composés de matériaux différens, ils prirent note de la marche de leur refroidissement. Un globe d'étain noirci se refroidissait d'un certain nombre de degrés dans 81 minutes, tandis qu'un globe net exigeait pour se refroidir du même nombre de degrés à peu près le double du temps ou 156 minutes. Un cylindre de laiton nu se refroidissait de 10 degrés dans 55 minutes, tandis que le cylindre pareil, enve-

loppé dans de la toile, mettait 36 minutes et demie à se refroidir de la même quantité. Si des mouvemens rapides sont excités dans l'air, la différence de refroidissement entre les surfaces métalliques nettes et obscurcies devient moins manifeste. M. Leslie estime que la diminution d'effet dans le rayonnement produit par une surface est en raison directe de sa distance ; de sorte que si cette distance est double de ce qu'elle était, l'effet d'échauffement sur des thermomètres et autres corps, est la moitié de celui ayant primitivement eu lieu, de même qu'il n'est que le tiers de ce premier effet, si la distance est triple. Quelques unes de ses expériences ne semblent pas être en concordance avec cette loi simple. On aurait dû certainement s'attendre à ce que, ainsi que c'est le cas avec la lumière, l'électricité et autres qualités émanant d'un centre, la diminution d'intensité du rayonnement eût été dans le rapport du carré de la distance ; surtout M. Leslie ayant reconnu qu'un effet analogue avait ordinairement lieu pour le sinus d'inclinaison, en présentant les faces du cube relativement au plan du miroir sous différens angles d'obliquité.

Des résultats qui précèdent dérivent naturellement quelques instructions pratiques. Puisque ce sont les métaux à faces nettes qui projettent le plus faiblement la chaleur, les vaisseaux, tels que théières et cafetières, dans lesquels on désire que la chaleur se conserve, devraient être faits avec des métaux clairs et polis. Les tuyaux de vapeur destinés à conduire la chaleur dans un appartement à distance, devraient être à surfaces claires dans leurs trajets, mais à surfaces obscurcies, les tuyaux étant parvenus au terme de leur destination.

En recouvrant la boule de son thermomètre avec différentes substances, M. Leslie découvrit ingénieusement le pouvoir de surfaces diverses pour

absorber la chaleur ; et il trouva que cette faculté d'absorption suivait le même ordre que la propriété de rayonner ou projeter la chaleur. La même pellicule de feuille d'argent qui fait obstacle à la sortie de la chaleur d'un corps vers les corps environnans, s'oppose à ce que le corps reçoive en retour de ceux-ci leurs émanations calorifiques. On peut concevoir, d'après ce principe, comment un miroir métallique placé en avant d'un feu pourrait brûler des substances placées à son foyer, tandis qu'il reste froid lui-même; et d'un autre côté, comment un miroir de verre noirci, ou même argenté, deviendrait chaud au point de ne pouvoir être touché, tandis qu'il émet peu de chaleur en avant de lui. Il arrive, par l'effet de cette propriété d'absorber, qu'un panneau mince de verre intercepte en presque totalité la chaleur d'un feu brûlant avec flamme, tandis que la lumière qui le traverse éprouve à peine quelque diminution. A la vérité, ce verre s'échauffant par degrés constitue un nouveau foyer d'émanation, mais encore l'énergie du feu est-elle considérablement interrompue. On voit aussi, d'après cela, pourquoi un écran de feuille d'étain net de la plus mince épaisseur est très propre à garantir de l'ardeur du feu. Elle est en effet tellement impénétrable à la chaleur, qu'avec un masque qui en est recouvert on peut présenter sans inconvénient le visage à la flamme d'un fourneau de verrerie.

Puisque l'absorption de la chaleur suit la marche du rayonnement établie dans la table ci-devant, on conçoit que l'inverse de l'absorption, c'est-à-dire la réflexion, doit avoir lieu en pouvoirs inverses par les différentes substances composant la liste. Ainsi les métaux à surfaces nettes réfléchissent le plus de chaleur, et ainsi en remontant par suite dans la table.

M. Leslie s'efforce de prouver que les fluides élastiques sont par leurs mouvemens d'ondulation

les *milieux* de projection ou rayonnement de la chaleur; d'où il suit que ces fluides seraient, aussi bien qu'un vide parfait, un obstacle à l'exercice de cette faculté. Les lois du refroidissement des corps dans le vide, que MM. Petit et Dulong ont établies par l'expérience, sont en opposition avec cette hypothèse de M. Leslie, hypothèse qui, à la vérité, ne pouvait pas se soutenir contre les nombreuses attaques dont elle avait précédemment été l'objet. La belle expérience suivante de sir H. Davy semble seule fixer la question. Il avait disposé un appareil au moyen duquel un fil de platine pouvait être chauffé dans tout milieu quelconque ou dans le *vide*, et les effets de rayonnement distinctement rendus manifestes, la chaleur étant excitée par une batterie voltaïque. Dans plusieurs expériences où les mêmes moyens furent employés pour produire l'ignition, on trouva que la température d'un thermomètre s'élevait presque trois fois autant au foyer de rayonnement d'un miroir placé sous le récipient de la machine où le vide avait été fait jusqu'à $\frac{1}{120}$, que lorsque l'air était dans son état naturel de condensation. Le pouvoir de refroidissement par le contact de l'air raréfié était de beaucoup moindre que celui ayant lieu par le contact de l'air dans son état ordinaire; car l'ignition du platine était plus intense dans le premier cas que dans l'autre. Cette circonstance ne rend peut-être pas l'expérience entièrement décisive; mais les résultats semblent favorables à l'idée que le rayonnement de la chaleur terrestre ne dépend d'aucun mouvement ou affection quelconque de l'atmosphère. Les deux miroirs étaient placés l'un au-dessus de l'autre dans un plan parallèle à l'horizon, le corps en ignition étant au foyer du miroir supérieur, et le thermomètre au foyer du miroir au-dessous. Il est évident qu'une diminution de densité du milieu élastique s'élevant à $\frac{1}{120}$, devrait, dans la manière de voir de M. Leslie,

avoir occasionné une grande diminution dans le foyer inférieur, et non une augmentation triple ainsi que cela avait lieu, toute allocation faite pour cause de diminution de l'intensité d'ignition devant résulter du pouvoir de refroidissement de l'air atmosphérique. Les expériences avec des écrans de verre, de papier, etc., que présenta M. Leslie à l'appui de son hypothèse, ont été depuis confrontées avec les expériences sur les écrans du docteur Delaroche, qui, en les variant, en obtint des résultats incompatibles avec les vues de M. Leslie, et favorables à celles du rapport intime qui existe entre la lumière et la chaleur. Ces expériences du docteur Delaroche font connaître que, dans quelques circonstances, la chaleur rayonnante invisible passe directement à travers le verre, en quantité d'autant plus grande, relativement au rayonnement total, que la température de la source de la chaleur est plus élevée. La table qui suit présente le rapport qui existe entre les rayons traversant le verre clair et ceux agissant sur le thermomètre à températures successivement élevées, lorsqu'il n'y avait pas d'écran interposé.

Température du corps chaud dans le foyer.	Rayons transmis à travers le verre.	Rayons totaux.
357°	10°	263°
655	10	139
800	10	75
1760	10	34
Une lampe d'Argand sans sa cheminée.	10	29
Idem, avec sa cheminée de verre. .	10	18

Le docteur Delaroche fait voir ensuite que les rayons calorifiques qui ont déjà passé à travers un

écran de verre, éprouvent, en traversant un second écran de verre de nature semblable, une diminution de leur intensité beaucoup moindre qu'en passant à travers le premier écran; et que les rayons émis par un corps chaud diffèrent entre eux dans leur faculté de traverser le verre; qu'un verre épais, quoique autant ou plus perméable à la lumière qu'un verre mince de qualité inférieure, laisse passer une quantité beaucoup plus petite de chaleur rayonnante, la différence étant d'autant moindre que la température de la source rayonnante est plus élevée. Ce fait remarquable que la chaleur rayonnante devient de plus en plus capable de pénétrer le verre à mesure que la température augmente, jusqu'à ce que s'étant élevée à un certain point, les rayons deviennent lumineux, porte à concevoir que la chaleur n'est autre chose qu'une modification de la lumière, ou que les deux substances sont capables de passer l'une dans l'autre. La dernière proposition de M. Delaroche est que la quantité de chaleur qu'un corps chaud abandonne par rayonnement dans un temps donné, à un corps froid placé à distance, augmente, toutes choses égales d'ailleurs, dans un rapport plus grand que l'excès de la température du premier corps sur celle du second. Cette proposition de M. Delaroche se tronve être en concordance avec les lois reconnues par MM. Petit et Dulong.

La glace elle-même, qui paraît si froide au toucher, deviendrait un foyer de chaleur si elle était transportée dans une chambre où la température de l'air fût de 0° Fahrenheit (—17°,78 centigrades); et une masse de glace fondante placée en avant du miroir, affecterait la boule du thermomètre précisément comme le ferait le cube rempli d'eau chaude. Un mélange de neige et de sel marin à 0° deviendrait de la même manière un corps chaud, si ce mélange était transporté dans une atmosphère

d'une température de — 40 degrés centigrades. Dans tout ceci, aussi-bien que dans nos sensations, nous ne voyons rien d'absolu, rien que de simples différences. Nous sommes donc portés à considérer tous les corps comme projetant à toute température de la chaleur, mais avec des intensités inégales suivant leur nature, leurs surfaces et leur température. L'état de température constante d'un corps résultera de ce que, émettant par rayonnement dans un temps donné, une certaine quantité de chaleur, il en reçoit une quantité égale dans le même temps; et l'égalité de température entre plusieurs corps, affectés entre eux par leur rayonnement réciproque, consistera dans une compensation parfaite des échanges momentanés qui s'effectuent entre un de ces corps et tous. Tel est l'ingénieux principe d'un équilibre mobile proposé par le professeur Prévost, principe dont l'application, faite avec discernement, et combinée avec les propriétés particulières de différentes surfaces, explique tous les phénomènes que nous observons dans la distribution du calorique rayonnant. Ainsi, lorsque nous plaçons une boule de neige au foyer d'un miroir concave, et un thermomètre au foyer d'un miroir opposé à quelque distance, nous apercevons que la température s'abaisse instantanément, comme s'il y avait réellement un rayonnement de particules frigorifiques, suivant l'ancienne notion. La véritable explication de ce fait se déduit de ce que la chaleur que le miroir-thermoscope avait préalablement reçue de celui actuellement influencé par la neige, est absorbée dans son retour vers ce miroir, qui participe alors de la tension rayonnante inférieure de cette substance. De même aussi un corps noir placé au foyer d'un miroir diminuerait la lumière au foyer de l'autre; et, ainsi que sir H. Davy en a fait la remarque heureuse, l'œil est à l'égard des rayons produisant la lumière, *une mesure* semblable à celle

qu'offre le thermomètre relativement aux rayons qui donnent de la chaleur.

La diffusion de chaleur parmi les molécules des fluides *eux-mêmes*, dépend tout à la fois et de leur pesanteur spécifique, et de la chaleur spécifique; et par conséquent cet effet doit varier pour chaque substance particulière. La mobilité des molécules d'un fluide et leur indépendance réciproque entre elles leur permettent de changer de place toutes les fois qu'elles sont dilatées ou contractées par des alternations de température, et de là l'effet immédiat et inévitable de communication de chaleur à la couche au-dessous d'une masse fluide, ou de soustraction de chaleur de la couche au-dessus, est de déterminer une suite de mouvemens internes. Les molécules plus froides descendent à raison de leur plus grande pesanteur spécifique, en un courant continuel, et forcent ainsi les molécules raréfiées par la chaleur à s'élever. Lorsque cependant la couche supérieure a acquis *primitivement* une température élevée, elle semble avoir peu de pouvoir pour communiquer la chaleur aux molécules fluides des couches au-dessous. On peut maintenir pendant long-temps de l'eau en ébullition à la surface d'un vase, le fond de ce vase restant froid comme de la glace, pourvu qu'on prenne les précautions nécessaires pour éviter que la chaleur ne descende en passant le long des parois du vase lui-même.

Puisque la diffusion de la chaleur à travers une masse liquide s'établit presque uniquement par les courans internes, quels que soient les obstacles qu'ils doivent opposer au changement de température, il s'ensuit que des liquides mêlés avec de la matière poreuse, telle que la soie, la laine, le coton, le duvet, la fourrure, l'amidon, le mucilage, etc., se refroidissent plus lentement que dans leur état pur et limpide; de là résulte aussi que des tartes de pommes et de potages conservent très peu de

temps leur chaleur, comparativement au même volume d'eau chauffée au même degré et exposée à l'air froid dans des vaisseaux couverts de la même manière. Il a déjà été fait mention du pouvoir conducteur des corps gazeux. Je ne connais pas d'expériences qui aient déterminé d'une manière satisfaisante en nombres le pouvoir conducteur relatif des liquides. Le mercure pour un liquide jouit d'un haut pouvoir conducteur, ce qui est dû à sa densité, à sa nature métallique et à son peu de chaleur spécifique.

La transmission de la chaleur dans les corps solides fut l'objet de quelques expériences intéressantes du docteur Ingenhouse. Il prit un certain nombre de verges métalliques de mêmes longueur et épaisseur; et après avoir enduit de cire, sur la longueur de quelques centimètres, une des extrémités de chacune d'elles, il les plongea par leur autre extrémité, dans un liquide chauffé; la chaleur pénétra la matière de chaque verge qu'elle parcourut, ce qui se manifesta bientôt par l'amollissement de la cire. L'ordre dans lequel cette cire se fondit dans cette expérience, et par conséquent l'ordre de faculté conductrice relativement à la chaleur, est ainsi qu'il suit, savoir:

1. Argent.		Platine.	Très inférieurs aux autres.
2. Or.		Fer.	
3. Cuivre.	A peu près égaux entre eux.	Acier.	
4. Étain.		Plomb.	

Ayant répété l'expérience, je trouvai que l'argent était de beaucoup le meilleur conducteur; ensuite venaient le laiton, le fer et l'étain, qui étaient égaux en faculté conductrice, puis la fonte, et après le zinc, et le dernier de tous, le plomb. Les pierres denses suivent les métaux dans leur pouvoir de conduire la chaleur, d'abord les briques et la poterie; et, à un long intervalle, le verre. On peut tenir long-temps entre les doigts une

verge de ce corps particulier à la distance de 25 millimètres du point où elle a été mise à l'état d'ignition, et fondue au chalumeau. C'est à raison de ce pouvoir conducteur inférieur de la pierre, de la poterie, du verre et de la fonte, que l'application subite de la chaleur à ces corps les fait si facilement éclater. La partie qui éprouve l'action du calorique se dilate; tandis que les parties adjacentes, conservant leur première forme et leur volume, ne se prêtent pas au changement, ce qui doit nécessairement produire une rupture. Les bois et les os sont meilleurs conducteurs que le verre; mais les progrès de la chaleur dans ces corps, à des températures élevées, peuvent être favorisés par la vaporisation de leurs sucs. Le charbon et la sciure de bois occupent un rang très inférieur dans l'ordre de la faculté conductrice de chaleur; il en résulte que le premier de ces corps, le charbon, convient parfaitement pour arrêter la dispersion de chaleur dans les fourneaux de métal. Si les côtés de ces fourneaux sont formés de plaques doubles du métal séparées par un intervalle de 25 millimètres, et que cet intervalle soit rempli de charbon pulvérisé, il pourra y exister intérieurement une chaleur intense, tandis que l'extérieur sera à peine affecté. Guyton-Morveau a établi le rapport du pouvoir conducteur du charbon à celui du sable fin, comme étant de 2 à 3, différence beaucoup trop petite. Les substances organiques spongieuses, telles que la soie, la laine, le coton, etc., sont encore plus mauvais conducteurs de la chaleur qu'aucune des substances ci-dessus; et plus les fibres de ces corps sont fines, et plus leur pouvoir conducteur est faible. C'est sur ce principe qu'est fondée la théorie de l'habillement. La chaleur produite par les facultés animales s'accumule autour du corps, en raison de ce que le vêtement se compose de conducteurs imparfaits.

On reconnaît la loi exacte de la propagation de

la chaleur dans les corps solides, au moyen d'une barre de fer prismatique, longue d'un mètre, percée sur l'un de ses côtés de trois trous à 25, 50 et 75 centimètres de distance de son extrémité; chacun de ces trous pouvant recevoir du mercure et la petite boule d'un thermomètre sensible. Après avoir alors percé dans son milieu une feuille de fer-blanc d'un trou qui s'adapte exactement à la barre de fer, on y fixe cette feuille, faisant fonction d'écran, à l'effet de garantir la barre et les thermomètres du rayonnement du foyer de chaleur. On plonge obliquement l'extrémité de la barre de fer dans de l'huile ou du mercure, à un degré connu de chaleur, et l'on place les thermomètres dans leurs trous, la boule entourée d'un peu de mercure. Ou bien, on peut maintenir la barre dans une position horizontale, après l'avoir recourbée à angles droits à 25 ou 50 centimètres de son extrémité. Soient actuellement les trois thermomètres logés dans les trous désignés par les lettres A, B, C. S'il ne se faisait pas de déperdition de la chaleur, chaque thermomètre monterait continuellement jusqu'à ce qu'il eût atteint la température de la source de chaleur; mais, dans toutes les expériences, le rayonnement et les courans d'air modifient ce résultat, ces causes donnant lieu à ce que les thermomètres montent moins vite, et s'opposant à ce qu'ils atteignent jamais la température de l'extrémité de la barre. Et, en effet, l'état de ces thermomètres devient stationnaire, toutes les fois que l'excès de température, qui leur est communiqué à chaque instant par la section précédente de la barre, ne fait que compenser ce qu'ils perdent par le contact de la section suivante de la barre, et les autres causes de déperdition de la chaleur. Les trois thermomètres indiquent alors trois termes de température, mais qui vont en diminuant progressivement en raison de leur plus grand éloignement de la source de la chaleur.

Or, pour que l'influence calorifique se fasse ainsi sentir à distance dans l'intérieur de la barre, il faut qu'il s'y opère, à travers la substance même des élémens solides, un véritable rayonnement analogue à celui observé dans l'air, mais dont l'influence sensible est bornée à des distances incomparablement plus petites. Ce résultat n'a rien d'improbable. En effet, Newton nous a appris que tous les corps, même les plus opaques, deviennent transparens lorsqu'ils sont suffisamment amincis; et les recherches les plus exactes sur le calorique rayonnant prouvent qu'il n'émane pas seulement de la surface extérieure des corps, mais aussi des molécules matérielles situées sous cette surface, devenant sans doute insensible à une très légère profondeur, qui varie probablement dans le même corps avec sa température.

Chaleur spécifique. — Si l'on prend des poids ou volumes égaux d'une suite de substances, par exemple, un kilogramme ou une pinte d'eau, d'huile, d'alcool, de mercure, et qu'après avoir chauffé séparément chacune de ces substances dans un vaisseau mince, à la même température, c'est-à-dire que, par exemple, de 15°5 centigrades, température de l'air atmosphérique, on les élève à celle de 25 ou 40 degrés; alors ces quatre corps, en se refroidissant jusqu'à ce qu'ils soient revenus à leur premier état, communiqueront aux milieux qui les environnent différentes quantités de chaleur; et réciproquement, la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de masses égales de corps divers à un nombre égal de degrés thermométriques est différente, mais spécifique pour chaque corps. Dans un autre point de vue, on peut considérer les chaleurs spécifiques des corps comme se rapportant à leur changement de forme, lorsque de l'état gazeux ils passent à l'état liquide, et de celui-ci à l'état solide. Ainsi, la vapeur d'eau à 100 degrés n'éprouve, en devenant un liquide,

aucun changement de cette température thermométrique de 100°, et cependant elle communique, par ce changement d'état, une grande quantité de chaleur aux corps environnans; et de même, l'eau liquide à 0°, en devenant le solide appelé glace, n'éprouve pas de changement dans sa température, telle qu'elle est indiquée par le thermomètre, et cependant elle abandonne beaucoup de chaleur à la matière environnante. On peut donc étudier les chaleurs spécifiques sous la double considération, 1°. des chaleurs spécifiques des corps lorsqu'ils conservent leur même état; 2°. des chaleurs spécifiques dérivant nécessairement du changement d'état, ou qui sont développées par ce changement. Les chaleurs spécifiques des corps, dans le premier cas, s'appellent ordinairement les capacités des corps pour le calorique; et dans le second cas, la chaleur latente des corps.

On a eu recours à trois méthodes expérimentales distinctes pour déterminer les chaleurs spécifiques des corps. Dans toutes, c'est l'eau qui a été adoptée comme terme de comparaison, ou unité.

Par la *première* de ces méthodes, un poids ou un volume donné du corps à examiner, étant chauffé jusqu'à un certain point, on le mêle aussitôt avec un poids ou un volume donné d'un autre corps à une température différente, et la température qui résulte du mélange fait connaître le rapport qui existe entre les chaleurs spécifiques des deux corps; d'où il suit que si le second corps est l'eau, ou toute autre substance dont le rapport avec ce liquide est déterminé, les chaleurs spécifiques relatives du premier corps et de l'eau seront connues. Il est, dans l'emploi de cette méthode, une précaution essentielle à prendre pour éviter toute action chimique, comme celle qui a lieu dans le mélange d'eau avec de l'alcool ou des acides. Prenons l'huile pour exemple : si un kilogramme d'huile à 33 degrés centigrades est mêlé avec un kilogramme d'eau

à 15 degrés, la température résultant du mélange ne sera pas celle moyenne de 24 degrés, mais cette température ne sera que de 21 degrés. Et réciproquement, si l'on mêle un kilogramme d'eau, chauffée à 33 degrés centigrades, avec un kilogramme d'huile à 15 degrés, la température du mélange sera de 27 degrés. On voit ici que l'eau, dans le premier cas, acquérait 6 degrés de chaleur, tandis que l'huile en avait perdu 12; et que, dans le second cas, l'eau avait perdu 6 degrés de chaleur, tandis que l'huile en avait gagné 12. On peut donc dire, d'après cela, que la chaleur spécifique de l'eau est double de celle de l'huile, ou que la même quantité ou intensité de chaleur qui fera varier la température de l'huile, de 12 degrés, ne changera celle de l'eau que de 6 degrés; et par conséquent la chaleur spécifique, ou la capacité de l'eau pour la chaleur étant 1,000, la capacité de l'huile pour la chaleur sera 0,500. Lorsque, par des circonstances particulières, l'expérience se fait à points inégaux, la différence à établir nécessite une réduction arithmétique convenable. Cette méthode est celle originairement employée par Black, Irvine et Crawford.

La *seconde* méthode est, à quelques égards, une modification de la première. La masse chauffée de la substance dont on recherche la chaleur spécifique, est tellement entourée d'une grande quantité de la matière qui sert de terme de comparaison à une température inférieure, que toute la chaleur qu'abandonne la première substance en refroidissant, est reçue par la seconde. Nous pouvons rapporter à cette méthode, 1°. le moyen qu'avait adopté Wilcke, de tenir un morceau de métal chauffé suspendu au centre d'une masse d'eau froide contenue dans un vaisseau mince; 2°. le mode auquel Lavoisier et M. Laplace eurent recours, qui consistait, au moyen de leur élégant CALORIMÈTRE, à placer une masse chauffée de matière au centre

d'un entourage de glace, et à inférer la chaleur spécifique de la quantité de glace qui était rendue liquide; 3°. la méthode de MM. Berard et Delaroche, qui faisaient traverser lentement et uniformément, par un gaz chauffé à une température connue, les spires d'un serpentin fixé dans un cylindre d'eau froide, jusqu'à ce que cette eau se fût élevée à une température stationnaire du cylindre. Ils reconnurent alors qu'à partir de ce point, l'excès de la température stationnaire du cylindre sur celle de l'air ambiant, devient proportionnel à la quantité de chaleur abandonnée par le courant de gaz ayant traversé le cylindre. Chaque gaz était définitivement chauffé à une température déterminée, en lui faisant traverser un tube droit d'un petit diamètre, placé dans l'axe d'un gros tube rempli avec de la vapeur d'eau bouillante. Les chaleurs spécifiques des gaz étaient comparées à celle de l'eau par deux moyens Le premier consiste à soumettre le cylindre que MM. Berard et Delaroche appellent *calorimètre*, à l'action d'un courant d'eau parfaitement régulier, et assez lent pour qu'il ne produise pas un plus grand effet que le courant des différens gaz. Le second moyen consiste à déterminer par le calcul la quantité réelle de chaleur que le calorimètre, parvenu à sa température stationnaire, peut perdre dans un temps donné; car, puisque lorsqu'il est arrivé à ce point, il n'échauffe plus, quoique la source de chaleur continue à lui être appliquée, il est évident qu'il perd alors autant de chaleur qu'il en reçoit. MM. Berard et Delaroche employèrent successivement ces deux moyens. D'après leur appareil singulièrement ingénieux, et la précision de leurs observations, on peut considérer leurs déterminations comme méritant un degré de confiance qui ne pouvait être accordé aux résultats précédemment obtenus sur la chaleur spécifique des gaz. Elles ont complétement renversé ce qu'avaient hypothétiquement

établi Black, Lavoisier et Crawford, sur la chaleur développée dans la combustion et la respiration, tandis qu'elles viennent à l'appui de la manière de voir de sir Humphry Davy.

La *troisième* méthode pour déterminer les chaleurs spécifiques des corps, consiste à suspendre, dans un milieu uniforme froid, une masse connue chauffée à une certaine température, jusqu'à ce que cette température s'abaisse d'un certain nombre de degrés thermométriques, en notant avec soin, au moyen d'une montre, le temps écoulé. Il est évident que si les corps sont revêtus de la même enveloppe, comme, par exemple, de verre ou de métaux polis; s'ils sont suspendus dans le même milieu, avec le même excès de température; et si leur constitution intérieure, relativement à la faculté conductrice de la chaleur, est aussi la même, alors leurs chaleurs spécifiques seront en raison directe des temps de refroidissement.

Cette méthode a été dernièrement mise en pratique, avec les plus habiles perfectionnemens, par MM. Petit et Dulong. Leurs expériences furent faites sur des métaux réduits en poudre très fine, renfermés, et fortement tassés dans un vase cylindrique d'argent très mince, d'une petite capacité, et dont l'axe était occupé par le réservoir du thermomètre. Ce cylindre, contenant environ 26 grammes de la substance, chauffé à environ 7 degrés centigrades d'excès sur l'air ambiant, était suspendu au centre d'un vaisseau noirci intérieurement, entouré de glace fondante et vidé d'air, pour retarder la marche d'un refroidissement qui généralement se prolongeait pendant 15 minutes. Les résultats de ces expériences de MM. Petit et Dulong ont fait découvrir, entre les chaleurs spécifiques et les atomes des métaux, un rapport que l'on n'avait pas supposé exister, et d'où dérive la loi suivante, savoir : que *les atomes de tous corps simples ont exactement la même capacité pour la chaleur;* d'où

il suit que la chaleur spécifique d'une substance simple, multipliée par le poids de son atome, devait toujours donner le même produit.

La loi des chaleurs spécifiques étant ainsi établie pour les substances élémentaires, il devenait très important d'envisager, sous le même point de vue, les chaleurs spécifiques des corps composés. Leur procédé, s'appliquant indifféremment à toutes les substances, quelle que soit leur conductibilité ou leur état d'agrégation, ils avaient pu soumettre à l'expérience un grand nombre de corps, dont les proportions peuvent être considérées comme fixées; mais lorsqu'ils cherchèrent à remonter de ces déterminations à celle de la chaleur spécifique de chaque atome composé, par une méthode analogue à celle qu'ils avaient employée pour les corps simples, ils se trouvèrent arrêtés par le nombre de suppositions également vraisemblables, entre lesquelles il leur fallait choisir. Si le mode, disent-ils, de fixation des poids des atomes des corps simples n'a pu encore être soumis à une règle certaine, celle des atomes des corps composés a été, *a fortiori*, déduite de suppositions purement arbitraires. En attendant, ils croient devoir se contenter de dire qu'en faisant abstraction de toute supposition particulière, les observations qu'ils ont faites jusqu'ici, tendent à établir cette loi très remarquable, savoir, qu'il existe toujours un rapport très simple entre la capacité pour la chaleur des atomes composés, et celle des atomes élémentaires.

Nous insérerons ici des tables des chaleurs spécifiques déterminées par les recherches récentes de ces chimistes français. MM. Petit et Dulong remarquent avec raison « que toutes les tentatives faites jusqu'à ce jour pour reconnaître quelques lois dans les chaleurs spécifiques des corps, ont été totalement infructueuses. On n'en sera point étonné, si l'on fait attention à l'extrême inexactitude des mesures; car, si l'on en excepte celles dues à La-

voisier et à M. de Laplace, mais qui malheureusement sont bien peu nombreuses, et celles qui ont été prises par MM. Delaroche et Berard, mais seulement pour des fluides élastiques, on est forcé de convenir que la plupart des autres sont extrêmement erronées, comme nos propres expériences nous l'ont appris, et comme on pouvait déjà le conclure de la grande discordance des résultats obtenus pour les mêmes corps par divers physiciens. » Nous devons excepter de cette censure les résultats des recherches récentes de MM. Clément et Desormes sur les gaz, résultats que je considère comme méritant autant de confiance que ceux de MM. Berard et Delaroche.

TABLE I. — *Des chaleurs spécifiques des Gaz, par* MM. BERARD *et* DELAROCHE.

	VOLUMES égaux.	POIDS égaux.	PESANTEUR spécifique.
Air.....	1,0000	1,0000	1,0000
Hydrogène	0,9033	12,3401	0,0732
Acide carbonique..	1,2583	0,8280	1,5196
Oxigène	0,9765	0,8848	1,1036
Azote	1,0000	1,9818	0,9691
Oxide d'azote.....	1,3503	0,8878	1,5209
Gaz oléfiant... ...	1,5530	1,5763	0,9885
Oxide de carbone..	1,0340	1,0805	0,9569

Pour réduire les nombres ci-dessus au terme de comparaison avec l'eau, il fut employé trois moyens différens, par lesquels les trois nombres 0,2498, 0,2697 et 0,2813 furent obtenus pour l'air atmosphérique. MM. Berard et Delaroche ont pris, pour terme moyen, le nombre 0,2669, auquel tous les résultats ci-dessus sont rapportés, ainsi qu'il suit :

TABLE II.

Eau.....	1,0000	Azote.....	0,2754
Air.....	0,2669	Oxide d'azote.....	0,2369
Gaz hydrogène...	3,2936	Gaz oléfiant.....	0,4207
Acide carbonique.	0,2210	Oxide de carbone.	0,2884
Oxigène.....	0,2361	Vapeur aqueuse...	0,8470

Les résultats suivans sont ceux obtenus par MM. Clément et Desormes, pour des volumes égaux aux températures de zéro, à 60 degrés centigrades.

TABLE III.

	Baromètre.	Clément et Desormes.	Delaroche et Berard.
Air atmosphérique à....	0,751	1,215	1,2396
Idem à.....	0,758	1,000	1,0000
Idem à.....	0,379	0,693	
Idem à.....	0,188	0,540	
Idem à.....	0,095	0,368	
Idem, chargé d'éther.	0,758	1,000	
Azote.....	0,758	1,000	1,0000
Oxigène.....	0,758	1,000	0,974
Hydrogène.....	0,758	0,664	0,9033
Acide carbonique.....	0,758	1,500	1,2583

Le rapport de la chaleur spécifique de l'air à celle de l'eau est, d'après MM. Clément et Desormes, comme 0,250 à 1,000, ou exactement du quart. La dernière table, qui est extraite du *Journal de Physique*, donne la chaleur spécifique de l'oxigène par MM. Delaroche et Berard, un peu différente de leur propre nombre, table I, *Annales de Chimie*, volume 85. Le résultat le plus re-

marquable de ceux annoncés par MM. Clément et Desormes est celui concernant l'acide carbonique, qui, étant réduit au terme de comparaison en poids, donne le rapport de la chaleur spécifique de cet acide, comparée à celle de l'air, comme étant d'environ 0,987 à 1,000, tandis que celle de l'oxigène est seulement de 0,9000. Les premières tables de Crawford et Dalton donnent la chaleur spécifique de l'oxigène = 2,65, et celle de l'acide carbonique = 0,586 comparativement à celle de l'air étant 1,000. Et c'est sur ces nombres très erronés qu'ils ont établi leur système hypothétique de la chaleur latente, de la combustion et de la température animale.

On voit, d'après les expériences sur l'air à des densités différentes, que sa chaleur spécifique diminue suivant une loi beaucoup moins rapide que sa pesanteur spécifique. Lorsque la dilatation de l'air est portée au quadruple de son volume, sa chaleur spécifique devient 0,540; et lorsque cette dilatation est de huit fois le volume, sa chaleur spécifique est 0,368. Les densités en progression géométrique 1, $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$, correspondent à peu près aux chaleurs spécifiques dans la série arithmétique 5, 4, 3, 2. D'où il suit aussi que la chaleur spécifique de l'air atmosphérique, et probablement de tous les gaz, considérée sous le rapport de son poids ou de sa masse, diminue comme la densité augmente. C'est d'après ce principe de l'augmentation de chaleur spécifique relativement à sa masse, qu'a été expliqué le phénomène depuis long-temps observé du froid intense qui règne sur les sommets de montagnes, et généralement dans les régions supérieures de l'atmosphère; et c'est d'après ce principe aussi qu'il a été rendu raison de ce dégagement prodigieux de chaleur qui a lieu par une forte condensation de l'air. Suivant M. Gay-Lussac, une condensation de l'air aux quatre cinquièmes de son volume suffit pour

mettre le feu à de l'amadou ; et si pour cette condensation on fait usage d'une pompe à piston en verre, on voit un vif éclat de lumière accompagnant la condensation.

TABLE IV. — *Des chaleurs spécifiques de quelques solides, déterminées par* MM. PETIT et DULONG.

	Chaleurs spécifiques, celle de l'eau étant = 100.	Poids des atomes, l'oxigène étant = 1.	Produit de ces deux nombres.
Bismuth.	0,0288	13,300	0,3830
Plomb. .	0,0293	12,950	0,3794
Or	0,0298	12,430	0,3704
Platine. .	0,0314	11,160	0,3740
Etain. . . .	0,0514	7,350	0,3779
Argent. .	0,0557	6,750	0,3759
Zinc. . . .	0,0927	4,030	0,3736
Tellure. .	0,0912	4,030	0,3675
Cuivre. .	0,0949	3,957	0,3755
Nickel. .	0,1035	3,690	0,3819
Fer.	0,1100	3,392	0,3731
Cobalt. .	0,1498	2,460	0,3685
Soufre. .	1,1880	2,011	0,3780

Les produits ci-dessus, qui expriment les capacités des atomes de différente nature, approchent tellement d'être égaux entre eux, que les légères différences qu'ils présentent doivent provenir d'erreurs inévitables, soit dans la mesure des capacités, soit dans les analyses chimiques ; surtout si l'on considère que, dans certains cas, les erreurs dérivées de ces deux sources peuvent être dans le même sens, et par conséquent se trouver multipliées dans le résultat. Chaque atome de ces corps simples semble donc, ainsi qu'il a été déjà établi, avoir la même capacité pour la chaleur.

Il se présente actuellement ici une question im-

portante, celle de savoir si les chaleurs spécifiques des différens corps solides et liquides sont uniformes à différentes températures, ou si elles varient avec la température. Cette question peut être exprimée d'une manière plus claire en la posant ainsi : un corps en refroidissant d'un certain nombre de degrés thermométriques à une haute température, abandonne-t-il la même quantité de chaleur qu'en refroidissant du même nombre de degrés à une température plus basse? Aucun moyen ne semble être plus convenable à adopter, pour résoudre ce problème, que la mesure du refroidissement produit, par les mêmes poids de glace, sur des poids uniformes d'eau à différentes températures. M. Dalton trouva, en faisant usage de ce moyen, qu'il faut autant de chaleur pour élever l'eau de 5° Fahrenheit (2°,8 centigrades) dans la partie la plus basse de l'échelle, qu'il en est nécessaire pour l'élever de 4° dans la partie plus haute de cette échelle centigrade, et de 3°,4 dans le milieu. — *Dalton's new System of Chemical Philosophy.* Vol. I, pag. 53.

Les expériences de MM. Petit et Dulong les portent à conclure que les capacités des corps *métalliques* suivans croissent avec l'élévation de leur température dans les proportions ci-après.

TABLE V. — *Des capacités pour la chaleur.*

	Capacités moyennes entre 0° et 100°	Capacités moyennes entre 0° et 300°
Mercure.....	0,0330	0,0350
Zinc.....	0,0927	0,1015
Antimoine.....	0,0507	2,0549
Argent.....	0,0557	0,0611
Cuivre.....	0,0949	0,1013
Platine.....	1,0335	0,0355
Verre.....	0,1770	0,1900

Effets que la chaleur produit, en général, sur les différentes formes de matière. — Ces effets sont ou transitoires et physiques, ou permanens et chimiques, donnant lieu à un changement durable dans la constitution des corps.

Changemens produits par le calorique dans le volume des corps, lorsqu'ils conservent leur forme. — Les accroissemens successifs de leur volume, que les corps éprouvent par des accroissemens successifs de leur température, ont été l'objet d'innombrables recherches. L'expansion des fluides est tellement plus grande que celle des solides par une même élévation de leur température, qu'il devient facile de reconnaître, dans certaines limites, l'augmentation de volume que des liquides et des gaz éprouvent dans une étendue médiocre de l'échelle thermométrique. Mais déterminer leurs dilatations avec la dernière exactitude, en obtenant des résultats qui ne soient point affectés des erreurs provenant de l'inégalité d'expansion du récipient, c'est un problème qui n'offre pas peu de difficultés. Il semble cependant, après un nombre de tentatives vaines par de précédens expérimentateurs, avoir été finalement résolu par MM. Petit et Dulong.

Voici une table très étendue de dilatation, récemment compilée par le docteur Ure, d'après les meilleures expériences.

TABLE I. — *Dilatation linéaire des solides par la chaleur.*

Dimensions que prend, à 100 degrés, une barre dont la longueur à 0° est 1,000000.				Dilatations en fract. vulg.
Verre (en tubes). . . .	Smeaton		1,00083333	
Idem.	Roy.		1,00077615	
Idem.	Deluc, moyenne.		1,00082800	
Idem.	Dulong et Petit.		1,00086130	$\frac{1}{1116}$
Idem.	Lavoisier et Laplace. . . .		1,00081166	$\frac{1}{1148}$
Verre (en plaques). .	*Idem.*	*idem*.	1,00089090	$\frac{1}{1122}$
Idem crown-glass	*Idem.*	*idem*.	1,00087572	$\frac{1}{1142}$

Verre crown-glass....	Lavoisier et Laplace	1,00089760	$\frac{1}{1114}$
Idem. idem ..	*Idem. idem*....	1,00091751	$\frac{1}{1090}$
Idem (en baguettes).	Roy.....	1,00080787	
Sapin.....	Roy, comme le verre....	.....	
Platine.....	Borda	1,00085655	
Idem	Dulong et Petit.....	1,00088420	$\frac{1}{1131}$
Idem	Troughton	1,00099180	
Idem (et verre)...	Berthoud	1,00110000	
Palladium.....	Wollaston.....	1,00100000	
Antimoine.....	Smeaton.....	1,00108300	
Fonte de fer prismat..	Roy.....	1,00110940	
Fonte de fer.....	Lavoisier, pr le dr Young.	1,00111111	
Acier.....	Troughton.....	1,00118990	
Acier (en baguettes)..	Roy.....	1,00114470	
Acier boursouflé.....	Phil. Trans. 1795, 428..	1,00112500	
Idem.....	Smeaton.....	1,00115000	
Acier non trempé....	Lavoisier et Laplace....	1,00107875	$\frac{1}{927}$
Idem. idem. idem.	*Idem. idem*.....	1,00107956	$\frac{1}{926}$
Acier trempé jaune..	*Idem. idem*.....	1,00136900	
Idem. idem. idem..	*Idem. idem*.....	1,00138600	
Id. id. id. à une chaleur plus élevée...	*Idem. idem*.....	1,00123956	$\frac{1}{807}$
Acier.....	Troughton	1,00118980	
Acier dur.....	Smeaton.....	1,00122500	
Acier recuit.....	Muschenbroeck	1,00122000	
Acier trempé.....	*Idem*.....	1,00137000	
Fer.....	Borda.....	1,00115600	
Fer.....	Smeaton.....	1,00125800	
Fer doux forgé.....	Lavoisier et Laplace.....	1,00122045	
Fer rond passé à la filière.....	*Idem. idem*....	1,901235044	
Fil de fer.....	Troughton.....	1,00144010	
Fer	Dulong et Petit.....	1,00118203	$\frac{1}{846}$
Bismuth	Smeaton	1,00139200	
Or recuit.....	Muschenbroeck.....	1,00146000	
Or	Ellicot, par comparaison..	1,00150000	
Idem au titre.....	Lavoisier et Laplace....	1,00146606	$\frac{1}{682}$
Id., Paris, non recuit..	*Idem. idem*.....	1,00155155	$\frac{1}{645}$
Idem, idem, recuit..	*Idem. idem*	1,00151461	$\frac{1}{661}$
Cuivre	Muschenbroeck	1,0019100	
Idem.....	Lavoisier et Laplace....	1,00172244	$\frac{1}{582}$
Idem	*Idem idem*.....	1,00171222	$\frac{1}{584}$
Idem.....	Troughton.....	1,00191880	

Cuivre	Dulong et Petit	1,00171821	$\frac{1}{581}$
Laiton	Borda	1,00178300	
Idem	Lavoisier et Laplace	1,00186671	
Idem	*Idem. idem*	1,00188971	
Laiton en écaille, supposé de Hambourg	Roy	1,00185540	
Fonte de laiton	Smeaton	1,00187500	
Laiton anglais en plaques, en baguettes	Roy	1,00189280	
Idem. idem. en forme d'auge	*Idem*	1,00189490	
Laiton	Troughton	1,00191880	
Fil de laiton	Smeaton	1,00193000	
Laiton	Muschenbroeck	1,00216000	
Cuivre, 8; étain, 1	Smeaton	1,00181700	
Argent	Herbert	1,00189000	
Idem	Ellicot, par comparaison.	1,0021000	
Idem	Muschenbroeck	1,00212000	
Idem de coupelle	Lavoisier et Laplace	1,00190974	
Id., au titre de Paris	*Idem. idem*	1,00190868	$\frac{1}{584}$
Argent	Troughton	1,0020826	$\frac{1}{514}$
Laiton, 16 parties; étain, 1	Smeaton	1,00190800	
Métal de miroir	Smeaton	1,00123300	
Soudure de zinc; laiton, 2 part.; zinc, 1.	*Idem*	1,00205800	
Étain de Malacca	Lavoisier et Laplace	1,00193765	$\frac{1}{516}$
Étain de Falmouth	*Idem. idem*	1,00217298	$\frac{1}{462}$
Potée fine	Smeanton	1,00228300	
Étain en grenaille	*Idem*	1,00248300	
Étain	Muschenbroeck	1,00284000	
Soudure molle, plomb, 2 parties; étain, 1.	Smeaton	1,00250800	
Zinc, 8; étain, 1, un peu battu	*Idem*	1,00269200	
Plomb	Lavoisier et Laplace	1,00284836	$\frac{1}{351}$
Idem	Smeaton	1,00286700	
Zinc	*Idem*	1,00294200	
Zinc, réduit par l'action du marteau, à un tiers d'épaisseur	Smeaton	1,00301100	
Verre de 0° à 100°	Dulong et Petit	1,00086130	$\frac{1}{1161}$

Verre de 100 à 200° cent.	Dulong et Petit.....	1,00891827	$\frac{1}{1089}$
Id., de 200 à 300° cent.	*Idem.* *idem*.....	1,000101114	$\frac{1}{907}$

Les deux dernières mesures ont été prises au moyen d'un thermomètre à air.

Pour obtenir l'expansion en volume, il faut multiplier les quantités décimales dans la table par trois, ou diviser les dénominateurs des fractions vulgaires par trois; le quotient, dans l'un ou l'autre cas, sera la dilatation cherchée.

Le docteur Ure fait observer qu'un métal condensé, dont les molécules ont été forcées de se rapprocher, en les passant à la filière, s'étendent davantage, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, que les métaux dans leur état d'agrégation moins serrée. Il regarde le résultat pour la potée comme devant être inexact. Le plomb doit certainement communiquer à l'étain une plus grande faculté d'expansion. La mesure de celle du platine, par Borda, est importante. Elle fut observée avec les *règles* qui servaient à mesurer la base du plan trigonométrique en France. Les observations dans la table, sur l'acier trempé, sont dues, dit-il, à l'artiste très distingué M. Fortin, quoiqu'elles soient insérées dans la table que M. Biot a publiée, en les attribuant à Lavoisier et à M. de Laplace.

TABLE II. — *Dilatation du volume des liquides, chauffés de* 0 *à* 100 *degrés.*

Mercure,	Dalton.....	0,020000	$\frac{1}{50}$
Idem.	Lord Charles Cavendish.....	0,018870	$\frac{1}{53}$
Idem.	Deluc.....	0,018000	$\frac{1}{56}$
Idem.	Général Roy.....	0,017000	$\frac{1}{59}$
Idem.	Shuckburgh.....	0,01851	$\frac{1}{54}$
Idem.	Lavoisier et Laplace.....	0,01810	$\frac{1}{55,22}$
Idem.	Haellstroem.....	0,0181800	$\frac{1}{55}$
Idem.	Dulong et Petit.....	0,0180180	$\frac{1}{55,50}$
Idem.	*Idem.* 100° centigr. à 200°...	0,0184331	$\frac{1}{54,25}$
Idem.	*Idem.* 100° centigr. à 300°...	0,0188700	$\frac{1}{53}$
Idem.	*Idem.* dans le verre, de 0° centigrade à 100°.....	0,015432	$\frac{1}{64,8}$

Mercure, Dulong et Petit, dans le verre, de 100° centig. à 200°	0,015680	$\frac{1}{63,78}$
Id. Id. Id. de 200° centig. à 300°	0,0158280	$\frac{1}{63,18}$
Eau, Kirwan, à partir de + 4° centigrades, son maximum de densité	0,04332	$\frac{1}{23,08}$
Acide muriatique (pesanteur spécifique 1,1,37) Dalton.	0,0600	$\frac{1}{17}$
Acide nitriq. (pesant. spéc. 1,40). *Idem.*	0,1100	$\frac{1}{9}$
Acide sulfur. (pesant. spéc. 1,85). *Idem.*	0,0600	$\frac{1}{17}$
Alcool *Idem.*	0,1100	$\frac{1}{9}$
Eau *Idem.*	0,0460	$\frac{1}{22}$
Eau saturée de sel commun *Idem.*	0,0500	$\frac{1}{20}$
Ether sulfurique *Idem.*	0,0700	$\frac{1}{14}$
Huiles fixes *Idem.*	0,0800	$\frac{1}{12,5}$
Huile de térébenthine *Idem.*	0,0700	$\frac{1}{14}$
Les quantités données par M. Dalton sont probablement trop grandes, comme certainement c'est le cas avec le mercure; ses expériences étant peut-être modifiées par ses notions hypothétiques.		
Eau saturée de sel commun, Robison	0,05198	$\frac{1}{19}$

Le docteur Young, dans son inappréciable *Catalogue raisonné, Natural Philosophy,* vol. XI, page 391, donne la table qui suit des expansions de l'eau, table formée de la réunion comparative des expériences de Gilpin, Kirwan et Achard.

Il dit que les degrés du thermomètre de Fahrenheit, reconnus, de manière ou d'autre, depuis 39 degrés, étant appelés f, l'expansion de l'eau est à peu près exprimée par $22f^2(1-0,02f)$ en dix-millionièmes; et la diminution de la pesanteur spécifique par $0,0000022f^2 - 0,00000000472f^3$. Cette équation (dans laquelle f serait représenté par 39° Fahrenheit, ou + 4 degrés centigrades) est, aussi bien que la table, très importante pour la réduction des pesanteurs spécifiques des corps, prises en les pesant dans l'eau.

Degrés centigr.	Pes. spécifiq.	Diminution de la pes. spéc.		Expansion.
—1,°11	0,99980		0,00020	
0,° »	0,99988		0,00012	
+1,11	0,99994		0,00006	
3,89	1,00000		0,00000	
6,67	0,99994		0,00006	
8,89	0,99982		0,00018	
9,44	0,99978		0,00032	
12,22	0,99951		0,00049	
15,«	0,99914		0,00086	
15,56	0,99906		0,00094	
17,78	0,99867		0,00133	
20,56	0,99812		0,00188	
23,33	0,99749		0,00251	
25,«	0,99701	Achard		0,00299
26,11	0,99680	Gilpin	0,00320	0,00321
27,78	0,99612	Kirwan	0,00388	0,20389
32,22	0,99511	Gilpin	0,00489	0,00491
37,78	0,99313		0,00687	0,00691
38,89	0,99246	Kirwan	0,00754	0,00760
50,»	0,98757		0,01243	0,01258
	0,98872	Deluc	0,01128	
61,11	0,98199	Kirvan	0,01801	0,01833
72,22	0,97583		0,02417	0,02481
75,»	0,97480	Deluc	0,02520	
85,35	0,96900	Kirwan	0,03100	0,03198
94,44	0,96145		0,03855	0,04005
100,»	0,95848		0,04152	0,04333

Deluc, ayant introduit dans une suite de tubes à thermomètres de verre les liquides suivans, prit note de leurs indications comparatives d'expansion, à différens degrés de chaleur, mesurés sur le thermomètre de Réaumur, sur lequel 80° est le terme de l'ébullition de l'eau, et 0° celui de la glace fondante.

Table des indications thermométriques, par DELUC.

MERCURE.			Huile d'olive.	Huile essentielle de camomille.	Huile de thym.	Alcool.	Saumure.	Eau.
Réaumur.	Centigrad.	Fahr.						
80°	100°	212°	80°	80°	80°	80°	80°	80°
75	93 $\frac{3}{4}$	200 $\frac{3}{4}$	74,6	74,7	74,7	73,8	74,1	71
70	87,5	189 $\frac{1}{2}$	69,4	69,5	68,8	67,8	68,4	62
65	81,	178 $\frac{1}{4}$	64,4	64,3	63,5	61,9	62,6	53,5
60	75,	167	59,3	59,1	58,3	56,2	57,1	45,8
55	68 $\frac{3}{4}$	155 $\frac{3}{4}$	54,2	53,9	53,3	50,7	51,7	38,5
50	62 $\frac{1}{2}$	144 $\frac{1}{2}$	49,2	48,8	48,3	45,3	46,6	32
45	56 $\frac{1}{4}$	133 $\frac{1}{4}$	44,0	43,6	43,4	40,2	41,2	26,1
40	50	122	39,2	38,6	38,4	35,1	36,3	20,5
35	43 $\frac{3}{4}$	110 $\frac{3}{4}$	34,2	33,6	33,5	30,3	31,3	15,9
30	37 $\frac{1}{2}$	99 $\frac{1}{2}$	29,3	28,7	28,6	25,6	26,5	11,2
25	31 $\frac{1}{4}$	88 $\frac{1}{4}$	24,3	23,8	23,8	21,0	21,9	7,3
20	25	77	19,3	18,9	19,0	16,5	17,3	4,1
15	18 $\frac{3}{4}$	65 $\frac{3}{4}$	14,4	14,1	14,2	12,2	12,8	1,6
10	12 $\frac{1}{2}$	54 $\frac{1}{2}$	9,5	9,3	9,4	7,9	8,4	0,2
5	6 $\frac{1}{4}$	43 $\frac{3}{4}$	4,7	4,6	4,7	3,9	4,2	0,4
0	0	32	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
— 5	6 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{3}{4}$				—3,9	—4,1	
—10	12 $\frac{1}{4}$	9 $\frac{1}{2}$				—7,7	—8,1	

L'alcool était d'une force telle, que sa flamme allumait la poudre à canon, et il fut reconnu qu'une petite différence dans la force de l'esprit ne changeait pas beaucoup les résultats. La saumure était de l'eau saturée de sel commun.

M. Gay-Lussac a essayé dernièrement de découvrir quelque loi qui correspondrait à la marche de dilatation par la chaleur de liquides *différens ;* dans cette vue, au lieu de comparer les dilatations de

liquides différens au-dessus ou au-dessous d'une température uniforme pour tous, il partit d'un point variable, quant à la température, mais uniforme à partir du terme où la force répulsive des molécules des corps est la même, c'est-à-dire du degré de l'ébullition de chaque liquide sous une pression donnée. Parmi ceux des liquides qu'il examina, il en trouva deux qui se dilatent également à partir de ce point, savoir, l'alcool et le sulfure de carbone, dont le premier bout à 78°,41, et l'autre à 46°,60. Les autres liquides n'offrent pas, à cet égard, la même ressemblance. Une autre analogie entre les deux liquides ci-dessus, consiste en ce que le même volume de chacun d'eux produit à son terme d'ébullition, sous la même pression atmosphérique, le même volume de vapeur, ou, en d'autres termes, que les densités des vapeurs sont entre elles comme celles des liquides à leurs températures respectives d'ébullition. On a représenté, dans la table qui suit, les résultats obtenus par ce chimiste distingué.

Table des contractions de 1000 *parties en volume, par refroidissement.*

TEMPÉRATURES.	EAU.		ALCOOL.		SULFURE de carbone.		ÉTHER.	
	Contraction par expériences.	Contraction par calcul.	Contraction par expériences.	Contraction par calcul.	Contraction par expériences.	Contraction par calcul.	Contraction par expériences.	Contraction par calcul.
Ebullition.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5°	3,34	3,35	5,55	5,56	6,14	6,07	8,15	8,16
— 10	6,61	6,65	11,43	11,24	12,01	12,08	16,17	16,01
— 15	10,50	9,89	17,51	17,00	17,98	17,99	24,16	23,60
— 20	13,15	13,03	24,34	23,41	23,80	23,80	31,83	30,92
— 25	16,06	16,06	29,15	28,60	29,65	29,50	39,14	38,08
— 30	18,85	18,95	34,74	34,37	35,06	35,05	46,42	45,04
— 35	21,52	21,67	40,28	40,05	40,48	40,43	52,06	51,86
— 40	24,10	24,20	45,68	45,66	45,77	45,67	58,77	58,77
— 45	26,50	26,52	50,85	51,11	51,08	50,70	65,48	65,20
— 50	28,56	28,61	56,02	56,37	56,28	55,52	72,01	71,79
— 55	30,60	30,43	61,01	61,43	61,14	60,12	78,38	78,36
— 60	32,42	31,96	65,96	66,23	66,21	64,48		
— 65	34,02	33,19	10,74	70,75				
— 70	35,47	34,99	75,48	74,93				
— 75	36,70	34,63	80,11	78,75				

Les expériences furent faites dans des tubes thermométriques scellés hermétiquement.

L'alcool, à 78°,41 centigrades, produit environ 488 fois son volume de vapeur à 100°. Le sulfure de carbone, à 46°60, donne 491 fois environ son volume de vapeur.

L'éther, à 35°,66, produit environ 286 fois son volume de vapeur.

L'eau, à 100° centigrades, produit environ 1633 fois son volume de vapeur.

M. Dalton a le mérite d'avoir le premier prouvé que les dilatations de tous les fluides aériformes,

lorsqu'ils sont isolés des liquides, ont uniformément lieu par le même accroissement de température; et ce fait, d'une grande importance pour la chimie pratique, a été pleinement confirmé par les recherches indépendantes, et également originales, de M. Gay-Lussac sur ce sujet, avec un appareil perfectionné et plus exact. Ce chimiste physicien démontra que 100 en volume à 0° centigrade, deviennent 1,375 à 100° centigrades. Il s'ensuit que l'accroissement de volume pour chaque degré centigrade est de 0, $\frac{375}{100} = 0{,}00375 = \frac{1}{266{,}6}$. Ainsi donc, pour réduire un volume quelconque de gaz à une température donnée, il faut multiplier la différence thermométrique en degrés centigrades par 0,00375 ou $\frac{1}{266{,}6}$, et soustraire le produit du volume connu, si le gaz doit être chauffé à une température supérieure à la température donnée; ou bien le produit doit être ajouté, si le gaz doit être refroïdi au-dessous de cette température. Les vapeurs, lorsqu'elles sont chauffées hors du contact de leurs liquides respectifs, obéissent à la même loi que les gaz; découverte dont on est redevable à M. Gay-Lussac.

Nous parlerons actuellement de l'anomalie que l'eau présente dans ses dilatations par des changemens de température, et nous terminerons par des applications pratiques aux faits qui précèdent.

Les académiciens de Florence, et après eux le docteur Croune, observèrent qu'en plaçant dans un mélange de glace et de sel marin la boule d'un tube de thermomètre de verre rempli d'eau, ce liquide s'abaissait progressivement dans la tige jusqu'à un certain point; après quoi, le refroidissement continuant d'avoir lieu, il était accompagné d'une ascension du liquide, indiquant dilatation de l'eau. Ce phénomène remarquable fut pour la première fois étudié avec beaucoup de soin par M. Deluc, qui plaça le terme apparent de la plus grande densité de l'eau à 40 degrés de l'échelle

de Fahrenheit (+ 4°,44 centigrades); et il estima qu'à partir de ce point, la dilatation de l'eau varie également par un changement égal de température, soit en augmentation ou en diminution. M. Deluc ayant négligé, dans ses expériences, la correction nécessaire à faire pour l'effet de la dilatation du tube de verre qui contenait l'eau, il fut reconnu depuis, par sir Charles Blagden et M. Gilpin, qu'en tenant compte de cette dilatation, le terme *réel* de la plus grande densité de l'eau était à 39 degrés Fahrenheit (+ 3°,89 centigrades).

Résultats des Expériences de MM. Blagden et Gilpin.

Pesanteur spécifique.	Volume de l'eau.	Température.	Volume de l'eau.	Pesanteur spécifique.
	1,00000	+ 3°,89	1,00000	
1,00000	1,00000	3,33—4,44	1,00000	1,00000
0,99999	1,00001	2,78—5,»	1,00001	0,99999
0,99998	1,00002	2,22—5,56	1,00002	0,99998
0,99996	1,00004	1,67—6,11	1,00004	0,99996
0,99994	1,00006	1,11—6,67	1,00006	0,99994
0,99991	1,00008	0,56—7,22	1,00009	0,99991
0,99988	1,00012	0,» —7,78	1,00012	0,99988

Enfin, le docteur Hope publia, en 1804, *Edimburg Phil. Trans.*, une suite d'expériences sur ce sujet, qui écartèrent la complication résultant, dans la question, de la dilatation des solides. Il fit voir que de l'eau, étant exposée à une atmosphère qui la gèle, dans des vases cylindriques de verre élevés, ses molécules plus froides se précipitent au fond du vase jusqu'à ce que la température de la masse soit descendue à 39°,5 Fahrenheit (+ 4°,16 centigrades); alors les particules plus froides se trouvant à sa surface, M. Hope varia l'expérience, en en-

tourant d'une zone de glace la partie supérieure, le milieu et le fond des cylindres; et, dans chaque cas, des thermomètres très sensibles, placés à la surface et au fond de l'eau, indiquaient que la température 39°5 Fahrenheit (+ 4°,16 centigrades) coïncidait avec le *maximum* de densité. Nous pouvons considérer le terme de + 4°,44 centigrades assigné par les chimistes français, et qu'ils ont adopté, en déterminant leur étalon des poids et mesures, comme suffisamment exact.

La force avec laquelle les corps solides et liquides se dilatent ou se resserrent par la chaleur et le froid est si prodigieuse, qu'elle renverse les plus forts obstacles. On remarqua, il y a quelques années, au Conservatoire des Arts et Métiers, à Paris, que les deux murs de côté d'une galerie s'étaient écartés l'un de l'autre par la poussée au-dehors que leur faisaient supporter le toit et les planchers. On pratiqua, dans chacun de ces murs, plusieurs ouvertures opposées les unes aux autres, et l'on y introduisit, à distances égales, de fortes barres de fer traversant d'un mur à l'autre. Les extrémités de ces barres de fer, extérieurement à chacun des murs, étaient garnies de disques de fer épais, qui y étaient fixés au moyen de vis et d'écrous. Ces barres suffirent pour maintenir les murs dans leur position actuelle. Mais il eût été au-dessus de tout effort de la force humaine de les rapprocher. Alors on imagina de chauffer, au moyen de lampes, toutes les barres d'un côté, qui, en conséquence, éprouvèrent de l'allongement. Les disques de fer à l'extérieur étant ainsi dégagés de leur contact avec les murs, il devint possible de les placer plus loin sur les extrémités des barres. Les lampes étant retirées, les barres, en refroidissant, se contractèrent, et tirèrent sur le mur opposé. Les autres barres devinrent en conséquence moins serrées à leurs extrémités, ce qui permit de visser les disques plus en avant sur elles. Les barres qui

avaient été chauffées d'abord, l'ayant été de nouveau, on procéda de la même manière. On parvint, par ces moyens ainsi successivement répétés, à rétablir les murs dans leur position verticale; et il eût été facile de ramener leur courbure en dedans, si l'on avait voulu leur donner cette disposition. La galerie existe encore avec ses barres, pour attester la réussite de ce moyen ingénieux du conservateur, M. Molard.

*Changement d'*état *produit dans les corps par le calorique, changement indépendant de celui de* composition. — Les trois formes de la matière, celles solide, liquide et gazeuse, semblent se rapporter immédiatement au pouvoir qu'a la chaleur, de modifier, de balancer et de dominer la force d'attraction de cohésion. On sait que tout solide peut être rendu liquide, et que beaucoup d'entre eux, ainsi que tous les liquides, sont susceptibles d'être volatilisés par une certaine élévation de température. Et, réciproquement, presque tout liquide connu peut être amené à l'état de solide par l'abaissement de sa température. Il ne nous a pas encore été, jusqu'à présent, possible d'opérer la conversion de l'air et d'autres fluides élastiques en liquides ou en solides, cela tient probablement à nos moyens limités sur la dépression thermométrique; mais nous savons que, par un rapprochement mécanique des molécules de ces corps, il se produit un dégagement très considérable de chaleur, ce qui doit nous convaincre que leur conversion en gaz est intimement liée à l'action de ce pouvoir répulsif.

L'éther sulfurique, toujours liquide dans notre climat, exposé à la rigueur du froid d'un hiver de Sibérie, deviendrait solide, et transporté dans la zone torride, il y formerait un gaz permanent. Nous sommes familiarisés avec les mêmes transmissions en ce qui concerne l'eau; seulement son terme de vaporisation étant beaucoup plus élevé, nous som-

mes portés d'abord à considérer la vapeur d'eau comme une condition de ce liquide qui n'est pas dans sa nature. Mais en généralisant nos idées, nous apprenons qu'il n'est pas en réalité d'état de corps qui puisse être appelé plus naturel qu'un autre. La solidité, la liquidité, l'état de vapeur et de gaz, ne sont que des cas accidentels, se rapportant à un terme ou niveau particulier de température : si nous faisons passer la vapeur aisément condensée d'acide nitrique à travers un tube de verre chauffé au rouge, nous la convertirons ainsi en deux gaz qu'il ne nous sera plus possible de condenser par aucun degré de froid qu'il soit en notre pouvoir de produire. Les molécules qui constituaient le liquide ne peuvent plus se réunir ensemble pour le reproduire, parce que leurs distances sont changées, et qu'il en résulte que l'action des attractions réciproques, au moyen desquelles leur union avait lieu, n'est plus aussi la même.

Table des températures auxquelles différens liquides prennent l'état concret, ou se congèlent.

			Degrés centigrades.
Éther sulfurique.		—	43,33
Ammoniaque liquide. . . .		—	43,33
Acide nitrique, pes. spéc. .	1,424	—	43,55
Acide sulfurique, pes. spéc.	1,6413	—	42,77
Mercure.		—	39,44
Acide nitrique, pes. spéc. .	1,407	—	34,50
Acide sulfurique, pes. spéc.	1,8064	—	32,22
Acide nitrique, pes. spéc.	1,3880	—	27,83
Idem. idem. . .	1,2583	—	27,65
Idem. idem. . .	1,3290	—	19,66
Eau-de-vie.		—	21,66
Acide sulfurique, pes. spéc.	1,8376	—	17,22
Acide prussique pur. . . .		—	de 15,55 à 15
Sel commun. . . 25 + Eau 75		—	15,55
Idem. . . . . . 22,2 + *Id.* 77,8		—	13,77

			Degrés centigrades.
Muriate d'ammon. .	20 + Eau 80,»	—	13,33
Sel commun.	10 + *Id.* 90	—	12,50
Idem.	16,1 + *Id.* 83,9	—	10,27
Huile de térébenthine.		—	10
Vins forts.		—	6,66
Tartrate de potasse et de soude.	50 + *Id.* 50	—	6,11
Sel commun.	10 + *Id.* 90	—	5,82
Huile de bergamote.		—	5
Sang.		—	3,89
Sel commun. .	6,25 + Eau 93,75	—	3,66
Nitre.	12,50 + *Id.* 87,50	—	3,33
Sel commun. .	4,16 + *Id.* 95,84	—	2,50
Couperose. . .	41,6 + *Id.* 58,4	—	2,22
Vinaigre.		—	2,22
Sulfate de zinc.	53,3 + *Id.* 46,7	—	2,5
Lait.		—	1,11
Eau.		—	0,
Huile d'olive.		+	2,22
Soufre et phosphore, parties égales.			4,44
Acide sulfurique, pes. spéc.	1,741		5,56
Idem. *idem.* . . .	1,780		7,78
Huile d'anis.			10
Acide acétique concentré.			10
Suif, docteur Thomson.			33,33
Phosphore, ...			42,22
Stéarine prov. de graisse de porc.			42,78
Spermaceti.			44,44
Suif, Nicholson.			52,78
Acide margarique.			56,67
Potassium. . . , ...			56,88
Cire jaune.			61,11
Idem. idem.			65,»
Cire blanche.			68,33
Sodium.			90
Soufre, docteur Thomson. . . .			103,33
Idem, docteur Hope.			112,22
Étain.			227,77

	Degrés centigrades.
Bismuth.	246,66
Plomb.	322,22
Zinc, suivant sir H. Davy. . . .	360
Idem. idem, M. Brogniart. . . .	370
Antimoine.	431,66 ?

La température des corps qui, au-dessus du suif, dans cette table, prennent l'état concret, s'appelle ordinairement leur point de congélation; et celle du suif et des corps au-dessous est leur température ou terme de fusion. Actuellement, quoique ces températures soient établies en regard de quelques articles, en *fractions* d'un degré thermométrique, il faut observer que différentes circonstances modifient le terme où les liquides prennent l'état concret, à travers *plusieurs* degrés; mais que les points de liquéfaction des mêmes corps, lorsqu'ils sont une fois devenus solides, sont uniformes et fixes aux températures précédentes.

Si, après avoir rempli un matras à étroite ouverture, d'eau récemment distillée, on l'expose par degrés à une température considérablement au-dessus de zéro, on observera, au moyen d'un thermomètre qu'on y aura laissé, que la température de l'eau liquide se sera abaissée de 5 à 6 degrés centigrades au-dessous de son point ordinaire de congélation. En recouvrant d'huile la surface de l'eau, M. Gay-Lussac est parvenu à faire refroidir ce liquide à 11°,94 centigrades au-dessous de la température à laquelle il se gèle ordinairement. Son volume se dilatait en même temps tout autant que si elle eût été chauffée de ce même nombre de degrés au-dessus de zéro. Suivant sir Charles Blagden, à qui appartient la première de ces deux observations, sa dilatation peut s'élever au septième de l'agrandissement total qu'elle éprouve en se solidifiant. Le repos absolu des molécules liquides n'est pas nécessaire pour que le phénomène ci-dessus ait

lieu; car sir Charles Blagden remua l'eau descendue à 11°,66 centigrades, sans que cette agitation la fît geler : mais la moindre vibration de leur masse, ou l'application, par l'atmosphère, ou avec la main, d'aiguilles glacées, déterminent instantanément une congélation.

Les mêmes phénomènes se présentent avec les dissolutions salines. Si l'on refroidit à — 27° centigrades, sous une pellicule d'huile, une dissolution saturée de sel de glauber (sulfate de soude), elle restera liquide, et pourra être agitée avec la main, sans éprouver aucun changement; mais, si l'on place une fiole contenant de cette liqueur saline exposée sur une table qui branle, la cristallisation s'y formera à l'instant. Dans un mémoire sur la cristallisation saline, que le docteur Ure publia dans le *Journal of Science*, neuvième numéro, il donna l'explication qui suit du phénomène ci-dessus. « L'effet que produit le trouble mécaniquement opéré, de déterminer la cristallisation, s'explique par la disposition symétrique que prennent, par l'électricité et le magnétisme, des molécules de poussière de fer. Si, après avoir répandu de ces molécules sur une surface plane, on présente, à une certaine distance, des forces magnétiques et électriques, il ne se produira aucun effet. En imprimant à la surface plane un mouvement d'ébranlement, alors les molécules, dès l'instant où elles sont rendues libres du frottement de la surface, s'arrangent d'elles-mêmes, suivant les lois de leurs attractions respectives, magnétiques ou électriques. L'eau de dissolution, en faisant obstacle à la solidification, écarte non seulement les molécules à des distances au-delà de la sphère de leur attraction réciproque, mais probablement aussi elle renverse leurs pôles attirans. » Peut-être l'expression *détourner* serait-elle plus appropriée à la liquéfaction, pour dénoter une obliquité de direction dans les pôles attirans; et le

mot *renverser* pourrait être appliqué à la forme gazeuse, lorsque l'état répulsif succède aux pouvoirs faiblement attractifs des molécules liquides.

L'eau, toutes les dissolutions susceptibles de cristalliser, et, après fusion, les trois métaux, la fonte de fer, le bismuth et l'antimoine, se dilatent considérablement en volume au moment de leur solidification. Les plus grands obstacles ne peuvent résister à l'action de cette force expansive. Ainsi, des bouteilles de verre, des troncs d'arbres, des tuyaux de fer et de plomb, des rochers même, éclatent et sont brisés par la dilatation de l'eau qui existe dans leurs cavités, lorsqu'elle est convertie en glace. Par la même cause aussi nos pavés sont soulevés dans l'hiver. Cette cause a pour effet avantageux de diviser ou de rendre moins serrée, par les gelées d'hiver, la texture compacte des sols argileux, au moyen de quoi les fibres délicates des plantes peuvent aisément les pénétrer. Le major Williams, de Québec, fit éclater des bombes qui avaient été remplies d'eau et tamponnées, en les exposant à un froid capable de faire geler cette eau.

L'augmentation de capacité pour la chaleur que les solides acquièrent en se liquéfiant, peut nous mettre en état de comprendre et de faire l'application du procédé de refroidissement artificiel, au moyen de ce qu'on a appelé mélanges frigorifiques. Lorsque deux solides, tels que de la glace et du sel, donnent, par leur affinité réciproque, naissance à un liquide, il est besoin d'une grande quantité de chaleur à prendre sur les corps environnans, ou ces corps sont puissamment dépouillés de leur chaleur, et par conséquent leur température s'abaisse. En faisant un mélange à 0° de neige pulvérisée et de sel commun, il se produira sur le thermomètre plongé dans ce mélange un abaissement d'euviron 21°,11 centigrades. Plus la liquéfaction a rapidement lieu, plus le froid produit est

grand. C'est ce qui a donné l'idée de l'expérience paradoxale qui consiste à mettre sur le feu dans une casserole le mélange frigorifique ci-dessus avec un petit vaisseau plein d'eau qu'on y place. Dans peu de secondes, l'eau se trouvera être entièrement gelée. La dissolution de tous les sels cristallisés est accompagnée d'un abaissement de température qui, en général, est d'autant plus grand que le sel est plus soluble. Un mélange à parties égales de sel ammoniac et de nitre, l'un et l'autre sel en poudre, est celui qui convient le mieux pour procurer un refroidissement modéré, parce que l'eau de dissolution étant ensuite enlevée par l'évaporation, les sels pulvérisés qui restent sont tout aussi efficaces qu'ils l'étaient d'abord.

Mais la diminution de température par la liquéfaction ne se borne pas aux corps salins. Lorsqu'on mêle ensemble un amalgame solide de bismuth et un amalgame solide de plomb, ces amalgames deviennent liquides et le thermomètre baisse pendant que leur action a lieu.

L'équilibre entre les forces attractives et répulsives, qui constitue l'état liquide des corps, est totalement rompu par une élévation définie de température, lorsque les forces extérieures comprimantes ne varient pas. Le passage de l'état liquide à celui de fluide élastique est ordinairement accompagné de certains mouvemens d'explosion, appelés ébullition. Les températures particulières auxquelles les différens liquides éprouvent ce changement sont donc établies comme leurs points ou termes d'ébullition, et le fluide élastique qui en résulte a reçu le nom de *vapeur*, pour le distinguer du *gaz*, substance dont l'état d'élasticité est permanent, et qui n'est pas condensable comme les vapeurs par des degrés modérés de refroidissement. Il est évident que quand les forces attractives, quelque faiblement qu'elles agissent dans un li-

quide, sont vaincues par des pouvoirs répulsifs énergiques, les distances entre les molécules doivent être considérablement augmentées. C'est ainsi qu'un décimètre cube d'eau à $+4°,44$ centigrades, devient un décimètre cube et $\frac{1}{25}$, sur la limite de 100°, et à 100° il est converti en 1600 décimètres cubes de vapeur d'eau. L'existence de cette vapeur indique que sa force élastique fait équilibre à la pression de l'atmosphère. Si cette pression est augmentée au-delà de ce qu'elle est ordinairement par des moyens naturels ou artificiels, alors la force élastique de la vapeur d'eau étant en partie surmontée, il en repasse une portion à l'état liquide. Et réciproquement, si la pression de l'air est moindre que dans l'état moyen ordinaire de l'atmosphère, les liquides prendront la forme de fluides élastiques par une répulsion calorifique d'intensité moindre, ou à une tension thermométrique plus faible. Le professeur Robison a entrepris une suite d'expériences ingénieuses, dont les résultats semblent prouver que la pression atmosphérique étant tout-à-fait supprimée, c'est-à-dire dans le *vide*, les liquides deviennent fluides élastiques à 68°,88 centigrades au-dessous de leur terme ordinaire d'ébullition; d'où il suit que *dans le vide*, l'eau entrera en ébullition, et passera à la distillation à $100° - 68,88 = 31°,12$ centigrades. Ce principe fut mis il y a long-temps en pratique par le célèbre Watt, dans ses recherches sur la machine à vapeur, et il a été récemment appliqué d'une manière très ingénieuse par M. Triton, dans son alambic, pour lequel il a obtenu un privilége (*Phil. Mag.*, vol. 51), et par M. Barry (*Med. Chir. trans.*, vol. 10).

Lorsqu'on place sur la flamme un vaisseau qui contient de l'eau, on entend aussitôt un bruit de sifflement ou frémissement. On attribue ce bruit aux vibrations occasionnées par l'évaporation successive et la condensation des molécules en contact

immédiat avec le bord du vaisseau. Le bruit devient plus fort à mesure que le liquide est plus chauffé, et il se termine en ébullition. La température devient alors soudainement stationnaire, lorsque le vaisseau est ouvert, quelque rapidement qu'elle s'élève, et quelle que soit la force du feu appliqué au vaisseau. Le docteur Black ayant mis un vase d'étain rempli d'eau à 10° centigrades, sur une plaque de fer chauffée au rouge, dans quatre minutes cette eau commença à bouillir, et au bout de vingt minutes, elle était évaporée en totalité par l'ébullition. De 10° centigrades à 100, l'élévation de température est de 90°; et en divisant cet intervalle par 4, on a 22°,5, représentant la quantité de chaleur qui entre dans le vase par minute. D'où il suit, que 20 minutes, ou 5 fois 4 multipliées par 22,50=450, nombre indiquant qu'il est entré 450° centigrades de chaleur dans l'eau bouillante pour la convertir en vapeur. Mais la température de cette vapeur n'est encore que celle de 100°; d'où il suit, suivant le docteur Black, que 450° ont été employés seulement à donner la tension élastique, ou, selon Irwine, à fournir cette quantité de chaleur à la capacité prodigieusement croissante de l'état aériforme, et par conséquent cette quantité peut être appelée chaleur latente, comme n'étant pas sensible au thermomètre. Les plus exactes expériences de M. Watt font voir que quelle que soit la durée de temps assignée à l'échauffement d'une masse d'eau de 10 à 100° centigrades, il faut 6 fois plus de temps d'une chaleur uniforme pour la vaporisation totale de cette eau. Tout manipulateur attentif a dû observer que l'eau paraît arriver plus difficilement au terme de son ébullition dans un vase de verre, que lorsqu'elle est exposée au même degré de chaleur dans des vases métalliques. M. Gay-Lussac a étudié ce sujet avec la sagacité qui le caractérise. Il a découvert que l'eau bout dans un vase de verre à une tem-

pérature de 101°,22 centigrades, tandis que celle de l'eau bouillante dans un vase d'étain contigu n'est que de 100°. Du verre en poudre mis dans le vase de verre fait descendre le thermomètre qu'on y plonge à 100°,33 centigrades, et la limaille de fer à 100°. Lorsqu'on retire pour quelques secondes la flamme de dessous un vase de verre d'eau bouillante, l'ébullition recommencera en y projetant quelques pincées de limaille de fer.

Les professeurs Munche et Gmelin d'Heidelberg ont étendu ces recherches, et ont annoncé avoir obtenu, relativement aux points d'ébullition, les résultats intéressans présentés dans la table qui suit :

SUBSTANCES des vaisseaux.	THERMOMÈTRE touchant le fond. Echelle centigrade.	THERMOMÈTRE à 12 millimètres au-dessous de la surface de l'eau.
Argent.....	99°875	99°75
Platine	99,875	99,375
Cuivre.....	100,500	100,125
Fer-blanc.....	100,96	99,81
Marbre.....	100,55	99,81
Plomb.....	100,25	99,875
Etain.....	100,39	99,875
Porcelaine.....	100,05	99,944
Verre blanc.....	100,39	100,»
Verre vert.....	101,00	100,75
Idem, ...	100,39	100,»
Poterie de Delt....	101,»	100,39
Poterie commune..	101,»	100,25

Il est difficile de concilier ces variations avec les résultats de M. Gay-Lussac. Suivant lui, la vapeur formée à la surface d'un liquide peut faire *équilibre* à la pression de l'atmosphère, tandis que

son intérieur prenait un plus grand degré de chaleur que celui de sa véritable ébullition, pourvu que le liquide fût renfermé dans un vase et chauffé par sa partie inférieure. Dans ce cas, l'adhérence de liquide au vaisseau peut être considérée comme analogue à la viscosité dans sa manière d'agir pour élever la température de l'ébullition. Il est facile, d'après cela, d'expliquer le phénomène des soubresauts qui ont quelquefois subitement lieu dans des liquides bouillans. C'est surtout dans la distillation de l'acide sulfurique que ces phénomènes sont souvent très marqués, et quelquefois de manière à briser l'appareil, si la distillation se fait dans un vase de verre. On peut efficacement prévenir cette cause de danger en mettant dans la cornue quelques petits morceaux de fil de platine; il n'y aura plus alors de dégagement subit de gaz, et par conséquent les vaisseaux ne seront plus sujets à se rompre (*Annales de Chimie et de Physique*, vol. 7). Si l'on introduit un morceau de papier, une croûte de pain ou une poussière dans un liquide légèrement imprégné d'acide carbonique, le dégagement de cet acide sera déterminé. De même aussi les aspérités de la surface d'un verre ou autre vaisseau agissent comme les pointes dans l'électricité, pour chasser un gaz ou vapeur présente dans le liquide que ce vaisseau contient.

Dans tous les exemples de la table qui précède, la température est plus grande au fond qu'à la surface du liquide; et les différences spécifiques peuvent être attribuées à la force attractive du vaisseau pour l'eau, et à sa faculté de conduire la chaleur. C'est ainsi qu'il nous faut essayer d'expliquer comment il se fait que le fer-blanc donne à l'eau bouillante, en contact avec elle, une température de 0,815 centigrades plus élevée que l'argent et le platine. Entre l'eau et le fer, l'étain ou le plomb, il y a des rapports réciproques à des

températures élevées, qui ne paraissent pas exister relativement à l'argent et au platine.

On a présenté, dans la table qui suit, les termes d'ébullition des liquides les plus importans sous la pression moyenne de 760 millimètres de mercure.

			Termes d'ébullition, centigr.
Éther, pes. spéc., 0,7365, à environ 9° centigrades.		Gay-Lussac.	37°,78
Carbure de soufre.		*Idem.*	45 ,»
Alcool, pesant. spéc. . .	0,815	Ure.	78 ,05
Acide nitrique, pes. spéc.	1,500	Dalton.	98 ,99
Eau			100 ,»
Dissol. saturée de sulfate de soude.		Biot.	100 ,79
Dissol. saturée d'acétate de plomb.		*Idem.*	102 ,03
Dissolution saturée de sel marin.		*Idem.*	106 ,85
Muriate de chaux. 2+eau	1	Ure.	110 ,»
Idem. . . . . . 35,5+eau	64,5	*Idem.*	112 ,77
Idem. . . . . . 40,5+eau	59,5	*Idem.*	115 ,55
Acide muriatique, pes. spéc.	1,094	Dalton,	111 ,11
Idem. idem.	1,127	*Idem.*	105 ,55
Idem. idem.	1,047	*Idem.*	105 ,55
Acide nitrique	1,45	*Idem.*	115 ,55
Idem	1,42	*Idem.*	120 ,»
Idem	1,40	*Idem.*	119 ,44
Idem	1,35	*Idem.*	116 ,66
Idem	1,30	*Idem.*	113 ,33
Idem	1,16	*Idem.*	104 ,44
Pétrole rectifié		Ure.	152 ,22
Huile de térébenthine . . .		*Idem.*	157 ,77
Acide sulfuriq., pes. spéc.	1,30+	Dalton.	115 ,55
Idem.	1,408	*Idem.*	126 ,66
Idem	1,520	*Idem.*	143 ,33
Idem	1,650	*Idem.*	176 ,66
Idem	1,670	*Idem.*	182 ,22
Idem	1,699	*Idem.*	190 ,»
Idem	1,730	*Idem.*	199 ,33
Idem	1,780	*Idem.*	225 ,»
Idem	1,810	*Idem.*	244 ,44

			Termes d'ébullition, centigr.
Acide sulfuriq., pes. spéc.	1,819	Dalton.	251 ,66
Idem	1,827	*Idem.*	260 ,55
Idem	1,833	*Idem.*	268 ,33
Acide sulfuriq., pes. spéc.	1,842	*Idem.*	285 ,»
Idem	1,847	*Idem.*	301 ,56
Idem	1,848	*Idem.*	310 ,»
Idem	1,849	*Idem.*	318 ,33
Idem	1,850	*Idem.*	326 ,66
Idem	1,848	Ure.	315 ,55
Phosphore			290 ,»
Soufre.			297 ,77
Huile de lin.			336 ,66
Mercure (Dulong, 350°).			346 ,66

Ces liquides émetteut des vapeurs qui, à leurs termes respectifs d'ébullition, font équilibre à la pression de l'atmosphère équivalant à 76 centimètres de hauteur verticale de mercure; mais à des températures inférieures ils produisent des vapeurs d'un pouvoir élastique inférieur. C'est ainsi que la vapeur de mercure s'élève dans le vide du tube barométrique, comme cela se voit particulièrement dans les climats chauds, par la rosée mercurielle sur le tube de verre, à son sommet. Il s'ensuit que l'humidité aqueuse adhérente au mercure le fait abaisser au-dessous du véritable niveau barométrique, d'une quantité proportionnelle à la température. Le détermination de la force élastique des vapeurs, en contact avec leurs liquides à différentes températures, a été l'objet d'un grand nombre d'expériences.

En déterminant, par l'expérience, le volume de vapeur qu'un volume donné de liquide peut produire à 100° centigrades, M. Gay-Lussac a heureusement résolu le problème très difficile de la mesure des pesanteurs spécifiques des vapeurs. Après avoir pris le poids d'une bulle de verre mince, ayant une tige courte capillaire, il rem-

plissait cette bulle du liquide à essayer, et il en scellait hermétiquement l'orifice. En pesant alors la bulle ainsi remplie, et déduisant de son poids total celui déjà connu de la bulle, il avait le poids du liquide; il prenait alors une cloche de verre longue et étroite, divisée en parties de capacités égales, pouvant contenir environ un litre et demi, et le remplissait de mercure. Il renversait ensuite cette cloche sur un bain de même métal, et y introduisait la petite bulle de verre remplie du liquide en expérience, qui gagnait le haut de la cloche. Tout étant ainsi disposé, il enveloppait la cloche d'un cylindre sans fond ou manchon de verre plus long qu'elle, et plongeant par sa partie inférieure dans le mercure. Après avoir alors rempli d'eau l'intervalle entre la cloche et le manchon, de manière que la cloche s'en trouvât couverte, il plaçait tout l'appareil sur un fourneau où l'on allumait le feu; l'eau et le mercure, en s'échauffant, échauffaient aussi le liquide contenu dans la petite bulle de verre; celui-ci, en se dilatant, brisait son enveloppe, se répandait au sommet de la cloche, et s'y réduisait en vapeur dont on élevait la température jusqu'à ce que l'eau du cylindre fût entrée en ébullition. On mesurait alors la hauteur de la colonne de mercure qui restait dans la cloche au-dessus du niveau extérieur, et d'après elle on calculait aisément le volume de la vapeur qui la pressait. La quantité du liquide sur lequel on opérait était toujours si petite, qu'il était converti en totalité en vapeur.

La table qui suit présente les pesanteurs spécifiques telles qu'elles furent déterminées par la méthode ci-dessus.

	Pesant. spéc., celle de l'air = 1.		Termes d'ébull. centigrades.
Vapeur d'eau.	0,62349		100°
Acide hydrocyanique.	0,94760		26,5
Alcool absolu	1,6050		78,33
Ether sulfurique . . .	2,5860		35,56
Ether hydrioique. . .	5,4749		64,44
Huile de térébenthine.	5,0130		157,77
Carbure de soufre . .	2,6447		46,67
Ether muriatique. . .	2,2190	M. Thenard.	11,11

Les pesanteurs spécifiques ci-dessus sont estimées sous la pression de 76 centimètres de mercure.

M. Gay-Lussac a trouvé que, lorsqu'une combinaison liquide d'alcool et d'eau ou d'alcool et d'éther est convertie en vapeur à 100° centigrades, le volume est exactement la somme des volumes que chacun de ces liquides aurait séparément produits, de sorte que la condensation par l'action chimique dans l'état liquide, cesse d'avoir lieu dans l'état gazeux. On a observé que des volumes égaux d'alcool absolu et de carbure de soufre, à leurs termes respectifs d'ébullition de 79°,44 et 52°,22 centigrades, fournissent chacun une quantité égale de vapeur de la même densité.

Il paraît qu'un volume d'eau à + 4°,44 centigrades forme 1694 volumes de vapeur à 100° centigrades. Il a déjà été établi que l'augmentation subséquente du volume de la vapeur d'eau et autres vapeurs n'étant pas en contact avec leurs liquides respectifs, suit le rapport de l'expansion des gaz, formant une addition à leur volume de 0,375 par chaque intervalle de 100° centigrades; on peut actuellement inférer, et de cette expansion d'une mesure en 1694, et de la table des forces élastiques de la vapeur d'eau, la violence d'explosion de cet agent à des températures encore plus hautes, et le danger qu'il y a à craindre de l'introduction d'eau dans des moules fermés,

où l'on doit verser du métal fondu. De là résultent aussi les accidens terribles qui ont eu lieu en laissant tomber un peu d'eau dans des huiles chauffées. Les petites bulles de verre appelées bombes-chandelles, offrent un exemple frappant de la force de la vapeur d'eau ; mais le risque qu'il y a qu'il ne soit lancé des particules de verre dans les yeux, exige que l'emploi de ces bombes ne soit fait que par des manipulateurs prudens. M. Watt évalue à 1800 les volumes de vapeur d'eau résultant d'un volume d'eau.

Il a été déjà fait mention que le calorique de fluidité, dans la vapeur d'eau, surpasse celui d'un poids égal d'eau bouillante d'environ 540° centigrades. La manière la plus convenable de déterminer cette quantité, ou, comme on l'appelle la chaleur latente de la vapeur d'eau, consiste à faire passer un certain poids de cette vapeur dans un poids donné d'eau à une température connue; et, de l'élévation de température du liquide, on conclut la chaleur qui s'est dégagée pendant la condensation de la vapeur. MM. Watt, Lavoisier, le comte de Rumfort, ont publié, ainsi que MM. Clément et Desormes et le docteur Ure, des observations sur ce sujet.

La conversion à toutes températures, quelque basses qu'elles soient, d'un liquide ou d'un solide quelconque en vapeur, est constamment accompagnée d'une soustraction de chaleur des corps environnans, ou, en langage populaire, de production de froid, et le degré de refroidissement sera proportionnel à la capacité de la vapeur pour la chaleur, et à la rapidité de sa formation. L'application de ce principe aux usages domestiques a été suggérée pour la première fois par les docteurs Cullen et Black, perfectionnée et étendue depuis par M. Leslie. Il paraît en outre probable que les gaz permanens ont, avec la chaleur, le même rapport supérieur que les vapeurs ; il s'en-

suit que leur passage à l'état liquide ou à l'état solide doit être accompagné de dégagement de chaleur; et comme dans la combustion de l'hydrogène, du phosphore et des métaux, il y a abondance de matière gazeuse fixée, c'est à cette circonstance que Black et Lavoisier attribuèrent toute la chaleur et la lumière qui résultaient de cette combinaison. La meilleure explication qu'on puisse offrir de la commune notion, relativement a la chaleur latente des gaz, est l'effet produit par l'air condensé dans un tube-briquet, où la compression mécanique semble exprimer et chasser hors de l'air froid son approvisionnement latent et de chaleur et de lumière. Un tube de verre d'environ 20 centimètres de long et 12 millimètres de diamètre, bien calibré, fermé à l'une de ses extrémités, et auquel on adapte un court piston, est ce qui convient le mieux pour faire voir l'agréable résultat de cette expérience. Cependant, lorsqu'elle n'a pour objet que d'enflammer de l'amadou, un tube de laiton de 10 à 12 centimètres de long et de 10 millimètres de large peut suffire; une condensation d'air, opérée avec adresse, au cinquième de son volume, produira la chaleur d'ignition.

Nous avons fait voir, en traitant de la chaleur spécifique, que dans un gaz sa diminution est plus rapide que celle de son volume, et par conséquent il y aura dégagement de chaleur par la condensation de ce gaz, soit que nous considérions ce phénomène comme l'expulsion d'un fluide ou comme l'effet d'actions intenses excitées parmi les molécules par leur rapprochement violent. L'inverse du phénomène ci-dessus se produit en grand dans les mines de Schmnitz en Hongrie. La machine hydraulique pour l'épuisement de ces mines consiste essentiellement dans deux forts cylindres de cuivre vidés d'air, distans verticalement d'environ 29 mètres l'un de l'autre, et réunis par

un tuyau ou conduit. Le cylindre le plus élevé, qui est à l'ouverture de la mine, peut être chargé d'eau par la pression d'un réservoir élevé de 46 mètres au-dessus de lui. L'air, soudainement délogé par cette énorme pression hydrostatique, est condensé à travers le conduit, sur la surface de l'eau, dans le cylindre inférieur, ce qui la force à s'élever dans le conduit, à sa surface, et alors elle prend sa place. Lorsque les robinets sont tournés pour recharger d'eau le cylindre inférieur, l'air, emprisonné, se dilatant jusqu'à son volume naturel, absorbe assez puissamment la chaleur pour convertir les gouttes d'eau qui sortent avec lui en grêle et en neige. M. Gay-Lussac a dernièrement proposé une imitation en très petit de cette machine pour produire un refroidissement artificiel. Il expose le petit corps à refroidir à un filet d'air s'échappant par un petit orifice d'une caisse dans laquelle cet air a été fortement condensé.

Dans les animaux, l'équilibre de température est maintenu dans la vapeur qui se dégage en abondance des poumons et de la peau. La suppression de cette émanation est la cause ordinaire d'un grand nombre de maladies dangereuses; et parmi elles les fièvres tiennent le premier rang. La chaleur du corps, dans le cas de transpiration supprimée, excède quelquefois de 3 ou 4 degrés centigrades le terme moyen ordinaire de la chaleur dans l'état de santé. Les moyens directs et naturels d'atténuer les effets de cette température morbifique, furent, pour la première fois, systématiquement recommandés par le docteur Currie, de Liverpool. Il fit voir que par aspersion ou affusion d'eau froide sur la peau d'un malade tourmenté de la fièvre, on produit les plus salutaires effets lorsque la température se maintient au-dessus de 36°,66 centigrades, qu'il n'y a point de sensation de frisson, ni moiteur à la surface du

corps. Un moyen élégant de réfrigération topique consiste à appliquer sur une partie quelconque de la peau un morceau de mousseline ou de papier-tissu, et de l'humecter avec de l'éther, du carbure de soufre ou de l'alcool. En versant successivement des gouttes d'éther sur la surface d'un tube de verre mince contenant de l'eau, on peut former, dans le cœur de l'été, un cylindre de glace. Le moyen le plus convenable que le chimiste puisse mettre en usage pour dépouiller un gaz de vapeur, consiste à le faire passer lentement à travers un grand tube courbé en différens sens, et enveloppé dans du papier poreux humecté avec de l'éther.

D'un autre côté, si le chimiste désire exposer ses vaisseaux à une chaleur réglée, il fait condenser de la vapeur chaude sur leur surface froide. La chaleur, ainsi dégagée de la vapeur, passe dans le vaisseau, et l'élève promptement avec la plus grande précision à la température qu'il veut obtenir. Tout laboratoire doit donc être pourvu d'un bain de vapeur. Celui que je fis établir il y a peu d'années pour le laboratoire de l'institution où je professe la chimie, dit le docteur Ure, est tellement simple et d'un emploi si efficace, qu'il me semble convenable d'en présenter ici la description. Ce bain de vapeur consiste dans une boîte carrée d'étain d'environ 46 centimètres de long, 30 de large et 15 de haut, creusée un peu à son fond par le marteau, vers son centre, dans lequel on perce un trou rond de 12 ou 15 centimètres de diamètre. Dans ce trou est soudé un tube d'étain de 8 à 10 centimètres de long; ce tube entre, en s'y adaptant très exactement, dans l'orifice d'une bouilloire ou cafetière à thé ordinaire, dont le manche est brisé et pliant. A la partie supérieure de la boîte sont pratiqués en certain nombre des trous circulaires de différens diamètres, dans lesquels on peut placer des cap-

sules évaporatoires de platine, de verre ou de porcelaine. Lorsque la bouilloire, remplie d'eau, est mise, son bec étant fermé, sur une étuve, la vapeur, en se jouant sur les fonds des capsules, les échauffe à la température requise; cette vapeur elle-même étant continuellement condensée, descend et retourne dans la bouilloire pour s'en élever de nouveau, en cohobation non interrompue. Les ouvertures sur le dessus de la boîte, dont on ne fait pas usage, sont fermées avec des couvercles d'étain. Pour sécher des précipités, je ferme le haut du tube de l'entonnoir de verre, et le place droit avec son filtre dans une ouverture de dimension convenable. Pour sécher le choux rouge, les pétales de violettes, etc., on se munit d'une auge d'étain qui s'adapte solidement à la surface supérieure de la boîte en dedans du bord qui l'entoure. Les orifices circulaires sont laissés ouverts pendant que l'auge est appliquée sur la boîte. On peut se servir avec avantage d'un appareil ainsi disposé pour l'épaississement des masses pâteuses, à former en losanges et coquilles.

Mais le plus éclatant trophée élevé à la science du calorique, est la machine à vapeur de Watt. Par une erreur de son ami le docteur Robison, ce physicien célèbre a été jusqu'ici privé en partie de ses droits à l'admiration et à la reconnaissance des hommes. Quoique les recherches fondamentales sur la constitution de la vapeur d'eau, qui formaient la base solide de sa gigantesque construction, se trouvent coïncider parfaitement avec les résultats du docteur Black, elles n'en dérivent pas. Dans quelques conversations que j'eus l'honneur d'avoir avec ce bienfaiteur de son pays, peu de temps avant sa mort, il décrivait avec une naïveté charmante les expériences simples, mais décisives, à l'aide desquelles il parvint à découvrir la chaleur latente de la vapeur d'eau. Ses moyens et son loisir ne lui permettant pas de

se procurer des appareils dispendieux et compliqués, il se servit de fioles à médecine. Avec ces fioles, il reconnut et constata les deux faits principaux : 1° qu'un pouce cube d'eau devait former environ un pied cube ou 1728 pouces cubes de vapeur d'eau ordinaire; 2°. que la condensation de cette quantité de vapeur chaufferait six pouces cubes d'eau de la température de l'atmosphère à celle de l'ébullition. Il vit donc ainsi que six fois cette différence de température, ou (en supposant la température atmosphérique à 12 degrés centigrades) 528 degrés centigrades de chaleur avaient été pleinement employés pour donner à la vapeur d'eau son état d'élasticité, ce qu'il fallait soustraire entièrement avant qu'il pût être produit un vide complet sous le piston de la machine à vapeur. Ces déterminations pratiques se trouvèrent depuis s'accorder assez avec les observations du docteur Black. Quoique M. Watt fût alors connu du docteur, il n'était pas avec lui dans ces termes de l'intimité qui les ont unis depuis, et il n'était pas membre de sa classe.

Les trois principaux perfectionnemens de Watt, qui semblent avoir épuisé les ressources de la science et de l'art, sont les suivans : 1°. un vase séparé, qu'il appelle *condenseur*, plongé dans un corps d'eau froide, et communiquant simplement avec le grand cylindre, dans lequel se meut le piston d'impulsion, par un tuyau mince placé à côté de lui. En ouvrant une soupape, ou robinet de communication, la vapeur d'eau élastique qui avait soulevé le lourd piston, s'élance avec une vitesse magique dans le tuyau, laissant un vide presque parfait dans le cylindre, dans lequel le piston est forcé de descendre par la pression de l'atmosphère. Ce qui avait paru impossible aux précédens constructeurs de machines à vapeur, s'accomplissait ainsi. Le vide était formé sans refroidir le cylindre lui-même. Il restait ainsi à la chaleur bouillante pour recevoir

le moment d'après la vapeur élastique et la maintenir à cet état. 2°. Son second grand perfectionnement consistait à supprimer tout-à-fait l'usage de la pression atmosphérique, et à faire mouvoir le piston par la force de la vapeur seule, en la faisant agir alternativement en dessus et en dessous de ce piston, qui par conséquent n'avait pas besoin d'être très lourd pour redescendre; et ce qui désormais ne devait pas nécessiter une aussi grande dépense de chaleur. 3°. Le dernier perfectionnement enfin était l'impulsion double, au moyen de laquelle la puissance de sa machine, déjà si grande, était dans un instant plus que doublée. Il n'avait pas besoin alors du contre-poids jusque-là nécessaire dans la machine à impulsion simple, et Watt l'allégeait ainsi du poids de plusieurs centaines de kilogrammes dont, depuis l'époque de son invention, environ soixante-dix ans auparavant, on l'avait chargée.

L'application de la vapeur d'eau à l'échauffement des appartemens est un autre fruit précieux de l'étude de la nature et de la manière d'agir de cette vapeur. Ainsi, par une combinaison de moyens de sûreté, de propreté et d'agrément, on parvient à produire une chaleur dont on peut adapter l'emploi à tout objet de convenance et de commodité particulière, ou en faire un usage utile dans les manufactures et établissemens publics. Il a été reconnu qu'une chaudière en ébullition échauffera, par *pied cube* (environ 28 décimètres cubes), un espace de *deux mille pieds* (environ 610 mètres) dans une filature de coton dont la chaleur moyenne est de 20 à 25 degrés centigrades. Et si l'on évalue à 25 pieds cubes (environ 700 décimètres cubes) de chaudière en ébullition dans une machine à vapeur, la force d'un cheval dont le travail se fait par manége, alors une semblable chaudière suffirait pour échauffer cinquante mille pieds cubes (environ 14,150 mètres cubes) d'espace. Il a été

aussi reconnu qu'un pied carré (929 centimètres carrés) de surface de conduit de vapeur d'eau suffit pour l'échauffement d'un espace de deux cents pieds cubes (environ 6 mètres cubes). Cette quantité de surface s'adapte à un bâtiment ordinaire bien construit en briques ou en pierres. La soupape de sûreté de la chaudière devrait être chargée d'un poids d'environ un kilogramme par chaque aire ou surface d'environ six centimètres carrés, ainsi que cela est réglé pour les machines à vapeur de M. Watt. Des conduits ou tuyaux de fonte de fer sont préférables à tous autres pour la diffusion de chaleur. Il faut tenir compte de la dilatation, qui, dans la fonte de fer, peut être évaluée à environ deux millimètres et demi pour chaque longueur d'environ trois mètres. Les conduits devraient être distribués à quelques centimètres en dedans du plancher.

On fait actuellement un très grand usage de la vapeur d'eau pour sécher la mousseline et les calicots. On en remplit de gros cylindres, qui, en répandant dans la pièce où ces étoffes sont suspendues, une chaleur de 40 ou 50 degrés centigrades, les sèchent rapidement. Parfois on fait glisser l'étoffe en serpentant, et en l'y pressant fortement, autour d'une suite de cylindres à vapeur, rangés parallèlement. Elle est ainsi entièrement séchée, et sans danger, dans une minute de temps. L'expérience a appris que dans des laines teintes en couleur vive, comme l'écarlate, séchées à une chaleur ordinaire de magasin d'environ 53 degrés centigrades, la couleur est devenue foncée, et qu'elles sont rudes au toucher, tandis que des écheveaux semblables, laissés sur le conduit à *vapeur*, chauffés jusqu'à environ 74 degrés centigrades, conservent la nuance et l'éclat qu'ils avaient étant mouillés. Ceux qui travaillent dans les appartemens où l'on sèche à la vapeur d'eau sont sains et bien portans; les ouvriers qui

étaient autrefois employés dans les magasins chauffés à l'étuve devenaient promptement maladifs et émaciés. Il faut attribuer ces effets nuisibles à l'action sur l'atmosphère de la fonte de fer, à une température élevée.

L'échauffement au moyen de la vapeur d'eau, de grandes quantités d'eau, ou autres liquides, soit pour bains ou pour manufactures, peut avoir lieu de deux manières; c'est-à-dire que le conduit à vapeur peut être plongé ayant une extrémité ouverte dans un réservoir d'eau, ou que la vapeur d'eau peut être répandue autour du liquide, en la faisant passer dans l'intervalle laissé vide entre le vaisseau qui contient le liquide et une enveloppe de bois dont on le garnit. Ce second moyen est d'une application universelle. Un gallon (environ 4 litres) d'eau à l'état de vapeur pouvant chauffer 6 gallons (24 litres) à 10° centigrades jusqu'au terme de l'ébullition ou de 90° centigrades; 1 gallon (4 litres) de vapeur d'eau suffira pour élever la température de 18 gallons (72 litres) d'eau à 10° centigrades jusqu'à 40 degrés, ou de 30° centigrades.

§. III. — ÉLECTRICITÉ.

Les phénomènes que manifeste un morceau d'ambre jaune ou succin, après avoir été frotté, constituent le premier fait physique consigné dans l'histoire de la science. Thalès de Milet, fondateur de l'école ionienne, attribua le mystérieux pouvoir de cette substance, pour attirer et repousser des corps légers, à un être ou esprit inhérent qui, tiré par le frottement, de son état d'engourdissement, poussait en avant et ramenait vers lui les particules flottant dans son voisinage. L'honorable Robert Boyle chercha aussi à rendre raison de ce phénomène, à l'aide de la même hypothèse. C'est du mot *electron*, nom grec de l'ambre ou succin,

qu'est dérivé celui d'*électricité*, science qui a pour objet la recherche des attractions et répulsions, de l'émission de lumière et des explosions qui sont produites, non seulement par frottement de surfaces vitreuses, résineuses et métalliques, mais encore par échauffement, refroidissement, évaporation et contact mutuel d'un grand nombre de corps.

Exposé général des phénomènes électriques. — Si, après avoir frotté avec la main ou un mouchoir de soie, bien sec, un tube de verre, on l'approche de quelques parcelles de papier, de duvet, de plumes, ou mieux encore, de filamens de feuilles d'or, ces corps seront attirés d'abord, et ensuite repoussés. Si le tube est tenu parallèlement à une table sur laquelle ces petits corps ont été placés, il s'y formera par eux une danse électrique. Si l'on suspend au-delà de l'extrémité du tube frotté, au moyen d'un fil de lin, de chanvre, ou d'un fil métallique, une balle de cuivre, cette balle participera du pouvoir mystérieux d'action du tube; mais, si la balle est suspendue par un cordon de soie, un cheveu, ou par une baguette de verre, de cire ou de résine, la vertu attractive et répulsive ne lui sera pas transmise.

Si, l'atmosphère étant sèche, l'on prend dans une main une baguette de verre et dans l'autre un bâton de cire à cacheter, et qu'après les avoir frottés avec de la soie ou une étoffe de laine, on approche la baguette ou le bâton d'un morceau de feuille d'or flottant dans l'air, il sera attiré, et ensuite repoussé. Si, pendant qu'on voit la pellicule d'or fuir le contact de la baguette qu'elle a touchée, on présente l'autre baguette ou le bâton de cire dans son voisinage, il s'ensuivra aussitôt une attraction de la pellicule vers cette baguette; et cet effet alternatif d'attraction et de répulsion se manifestera d'une manière frappante, en plaçant la baguette de verre et le bâton de cire frottés à

une petite distance l'une de l'autre, ayant la pellicule d'or entre eux.

Si, après avoir suspendu, au moyen de fils de soie, deux cylindres de moelle de jonc ou de sureau, serrés l'un contre l'autre, on touche leurs extrémités inférieures avec la baguette de verre ou le bâton de cire, frottés, ces extrémités des cylindres s'écarteront à l'instant l'une de l'autre sous un angle considérable. Si alors on approche seulement des extrémités des cylindres divergens la baguette avec laquelle ils avaient été touchés, leur divergence augmentera; mais, si l'on en approche l'autre baguette, alors les cylindres tomberont aussitôt l'un sur l'autre, se joignant sur toute leur étendue. Lorsque les baguettes sont frottées dans l'obscurité, on aperçoit une flamme légère se promener sur elles, et il passera avec bruit de pétillement une étincelle à travers une jointure ou articulation placée près de ces baguettes. Si la personne qui fait ces expériences est placée sur un gâteau de cire, ou sur un tabouret soutenu sur des pieds de verre, alors, en frottant le tube de verre, elle acquerra les facultés ci-dessus d'attraction et de répulsion; mais les corps légers, repoussés par le tube, seront attirés par son corps, *et vice versâ*. On voit ainsi que le corps *frottant* acquiert des propriétés électriques dissemblables de celles acquises par les substances *frottées*.

Telle est une esquisse d'énonciation des phénomènes élémentaires d'électricité. La science, dans son accroissement moderne, semble comprendre presque tous les changemens du monde corpusculaire, quelque minutieux et caché qu'il soit, et aussi les météores depuis long-temps reconnus et si magnifiques de l'atmosphère. Nous allons actuellement traiter des phénomènes de l'électricité sous un point de vue méthodique, autant que les bornes de cet ouvrage pourront nous le permettre, en considérant ces phénomènes sous quatre titres :

I. *De* L'EXCITATION *d'électricité, ou des moyens divers par lesquels l'équilibre électrique est troublé.*

II. *Des deux* ÉLECTRICITÉS.

III. *De la* DISTRIBUTION *du fluide électrique.*

IV. *De la* BATTERIE VOLTAÏQUE *et de ses* EFFETS, *calorifiques ou incandescens et décomposans, ou les actions chimiques d'électricité.*

Quant à la nature de l'essence électrique, nous sommes à cet égard dans l'obscurité, de même que relativement à la nature du calorique. Les phénomènes peuvent être rapportés, et pour l'électricité, et pour le calorique, à un fluide particulier dont les molécules sont douées de pouvoirs innés idio-répulsifs, ou à une affection particulière des molécules de la matière commune.

I. *De l'excitation électrique.* — 1. Le *frottement* mutuel de tous solides, soit semblables, soit dissemblables, et celui d'un grand nombre de liquides contre des solides, exciteront invariablement les phénomènes électriques, pourvu que l'un des corps soit de nature à présenter un obstacle à la prompte diffusion de la vertu électrique. Il nous faut donc commencer par établir une liste des conducteurs et non-conducteurs de l'électricité.

1°. Les substances qui suivent conduisent l'électricité, ou en favorisent la distribution rapide. Celles placées à la tête de la liste, possèdent un pouvoir conducteur plus grand que celui de l'eau, dans la proportion de trois millions à un.

1. Cuivre.
2. Argent.
3. Or.
4. Fer.
5. Étain.
6. Plomb.
7. Zinc.
8. Platine.
9. Charbon.
10. Plombagine.
11. Acides forts.
12. Suie et noir de fumée.
13. Mines métalliques.
14. Oxides métalliques.
15. Acides étendus.
16. Dissolutions salines.
17. Fluides animaux.

18. Eau de mer.
19. Eau.
20. Glace et neige au-dessous de 0.
21. Végétaux vivans.
22. Animaux vivans.
23. Flamme.
24. Fumée.
25. Vapeur.
26. Sels.
27. Air raréfié.
28. Terres sèches.
29. Minéraux en masse.

2°. Les substances qui suivent forment une liste de non-conducteurs électriques, dans l'ordre de leur pouvoir isolant.

1. Laque en écaille.
2. Ambre.
3. Résines.
4. Soufre.
5. Cire.
6. Asphalte.
7. Verres et tous corps vitrifiés, comprenant le diamant et les minéraux transparens cristallisés.
8. Soie écrue.
9. Soie blanchie.
10. Soie teinte.
11. Laine, cheveux et plumes.
12. Gaz desséchés.
13. Papier sec, parchemin et cuir.
14. Bois séché au four, et végétaux desséchés.
15. Porcelaine.
16. Marbre.
17. Minéraux en masse, non métalliques.
18. Camphre.
19. Caoutchouc.
20. Lycopode.
21. Craie sèche et chaux.
22. Phosphore.
23. Glace au-dessous de zéro.
24. Huiles, surtout celles les plus denses.
25. Oxides métalliques secs, en y comprenant les hydrates alcalins fondus et les hydrates terreux.

Le classement des deux listes ci-dessus est passablement exact, quoiqu'il soit probable que le phosphore, dépouillé de l'humidité qui y adhère, devrait être placé dans un rang plus élevé parmi les corps isolans.

On a ordinairement partagé toutes les substances matérielles dans les deux classes d'électriques et de

non-électriques; mais cette distinction est sans fondement et erronément établie. Toute substance est électrique, ou capable de produire, par frottement, les phénomènes électriques. Ainsi, en prenant un corps quelconque de ceux de la première liste, ordinairement considérés comme non-électriques, une balle de cuivre, par exemple, et, qu'après avoir isolé cette balle au moyen d'une baguette d'un solide convenable quelconque, pris dans la seconde liste, on la frotte avec un morceau de soie ou d'étoffe de laine, on reconnaîtra qu'elle devient électrique; elle attirera et repoussera les corps légers, et donnera une étincelle brillante au doigt qu'on en approchera. Pour expliquer ce qui se manifeste alors, on a dit que l'équilibre électrique, qui constitue l'état ordinaire de la matière, est troublé par le frottement, et que l'un des deux corps attire sur lui une surcharge de fluide électrique, tandis que l'autre reste dans un état où il manque de celui qui lui est nécessaire; ce qu'on a voulu désigner par les termes *positif* et *négatif*, ou plus et moins. Cependant plusieurs des phénomènes apparens se conciliant difficilement avec l'hypothèse d'un simple excès, ou manquant d'un fluide unique, on crut devoir l'abandonner pour lui substituer celle d'un fluide composé susceptible de décomposition par frottement ou autres moyens. Les fluides qui forment le fluide composé coexistent nécessairement dans le même corps; l'un apparaissant sur le corps frotté et l'autre sur le corps frottant; mais comme l'un de ces fluides se développe le plus ordinairement sur la surface du verre et l'autre sur la surface des résines, on a distingué le premier de ces fluides par le nom de fluide vitré, et l'autre par celui de fluide résineux; d'où résultent pour les corps les deux états d'électricité vitrée et électricité résineuse, états correspondans à ceux de positif et négatif de Franklin. Les deux fluides vitrés et résineux produisent par leur réu-

nion une espèce de neutralisation réciproque, et l'état d'équilibre ou repos électrique. Quelques investigations récentes du profond géomètre-physicien M. Poisson, ont rendu cette seconde explication la moins improbable des deux. Qu'il nous soit toujours cependant permis de penser que le lien hypothétique dont nous nous servons actuellement pour unir ensemble les faits épars d'électricité, diffère probablement beaucoup de la chaîne au moyen de laquelle la nature les coordonne.

Il ne paraît pas y avoir de propriété physique commune aux corps conducteurs et non-conducteurs. L'arrangement cristallin donne toujours lieu à des propriétés non conductrices plus ou moins parfaites, si l'on en exclut les métaux. Ainsi le carbone, dans ses formes pulvérulente ou fibreuse, est un excellent conducteur; mais cristallisé dans le diamant, il devient corps isolant. La même différence existe entre l'eau et la glace, et aussi, dit-on, entre le verre pilé et le verre compacte. Si, en effet, le verre pilé est conducteur, il ne doit l'être, d'après mes expériences, que très imparfaitement. Le verre, les résines et les graisses, qui, à l'état solide, sont non conducteurs, deviennent, étant fondus, conducteurs.

C'est sur le développement de l'électricité par le frottement, qu'est fondée la construction de nos machines électriques ordinaires. On supposa dans un temps, que l'action de ces machines se rapportait à l'oxidation de l'amalgame qui s'applique ordinairement à la face du frottoir; mais sir H. Davy ayant monté une petite machine dans un vaisseau de verre, de telle manière qu'on pouvait la faire mouvoir dans toute espèce de gaz quelconque, trouva qu'elle était active dans l'hydrogène, et plus active dans l'acide carbonique, que même dans l'atmosphère. En effet, si l'on se rappelle que le frottement des surfaces de verre, de la soie, ou de la cire à cacheter suffit pour produire

des apparences électriques, on ne peut pas supposer que l'oxidation du métal soit essentielle à leur manifestation. Si même on dirige un courant d'air, ou si l'on fait passer un très petit filet de mercure pur sur la surface d'un carreau de verre sec, il en résultera une excitation électrique.

Les phénomènes électriques excités par le frottement, sont en général tellement énergiques, qu'il suffit, pour que l'apparence s'en manifeste, de morceaux de matière légère quelconque. S'il s'agit de découvrir un dérangement de l'équilibre électrique, occasionné par d'autres et de plus faibles causes, il faut recourir à des moyens *électroscopiques*, pouvant indiquer les plus petites quantités d'électricité. Le plus sensible des électroscopes simples consiste dans deux bandes étroites oblongues de feuilles d'or, suspendues dans un cylindre de verre de 5 centimètres de diamètre, et d'environ 15 centimètres de long, par un fil métallique, au centre d'une calotte de laiton, servant de couvercle au cylindre. Ce cylindre poserait sur un fond métallique, d'où, sur les côtés opposés, deux bandes étroites d'étain en feuille s'éleveraient sur la surface intérieure du verre jusqu'au niveau du milieu des bandes pendantes de feuille d'or. L'électroscope de Coulomb, qui agit par la torsion d'un fil de soie, tel qu'il sort du cocon, portant suspendue dans une cage de verre, une aiguille horizontale de soie enduite de gomme laque, se terminant en un petit disque de papier doré, est encore plus sensible; et c'est celui de ces instrumens dont les physiciens de Paris font le plus usage.

2°. L'électricité se développe aussi dans la *fusion* des corps inflammables. Si l'on verse du soufre fondu dans un vase de métal isolé, on trouvera, après la solidification du soufre par le refroidissement, qu'il est, ainsi que le métal,

électrisé; que le soufre a acquis, en se refroidissant, l'électricité vitrée, et le métal l'électricité résineuse; ou quelquefois le phénomène se présente d'une manière inverse. Mais, d'après une suite d'expériences auxquelles ils soumirent un certain nombre de corps, MM. Van Marum et Troostwyck furent portés à conclure que, dans le cas de fusion, l'électricité était produite, soit par le frottement résultant du changement de volume lorsque le corps fondu se solidifie, soit par le frottement que les corps électriques éprouvent en s'étendant sur les surfaces d'autres corps, lorsqu'on les y verse à l'état liquide. Il se produit des phénomènes électriques dans les cas de la congélation de l'acide phosphorique glacial, et de solidification par sublimation du calomel (protoxide de mercure). Les expériences de Henly sur l'électricité qui se développe pendant que du chocolat en fusion passe à l'état concret, ne semblent pas d'une explication facile, en la fondant sur le principe du frottement. Lorsque le chocolat est refroidi dans les moules de fer-blanc où il a été d'abord versé, l'électricité est forte, et continue quelque temps après que le chocolat en a été retiré. Lorsque le chocolat ayant été fondu de nouveau, on le laisse refroidir dans les moules, leur vertu électrique est rétablie, mais elle est moins forte que la première fois. Après la troisième ou quatrième fusion, l'électricité devient extrêmement faible. Lorsqu'on mêle le chocolat avec un peu d'huile d'olive avant de le sortir du moule, il devient alors fortement électrique. Or, en tout ce qui peut se rapporter au frottement, nous devrions avoir les phénomènes électriques aussi marqués à la quatrième fusion qu'à la première, et la présence de l'huile devrait rendre l'effet moindre, comme diminuant le frottement. Il est donc fort probable que l'acte de cristallisation donne toujours lieu a un changement de l'équilibre électrique, et qu'en

général, la structure cristalline change les rapports électriques.

3. *Production d'électricité par évaporation.* — Si l'on place sur la calotte d'un électroscope à feuilles d'or une petite capsule métallique contenant un peu d'eau, et qu'on y verse du fraisil ou cendre de charbon de terre chauffée au rouge, les feuilles d'or divergeront aussitôt, avec un écartement considérable; ou si, après avoir isolé un creuset chaud de fer, de cuivre, d'argent ou de porcelaine, on y verse quelques gouttes d'eau, d'alcool ou d'éther, en mettant alors le creuset en communication avec un électroscope, il se manifestera des phénomènes électriques.

4. *Développement d'électricité par dégagement de gaz.* — Si, dans une coupe de platine posant sur la calotte de l'électroscope à feuilles d'or, on verse un peu d'acide sulfurique étendu, et qu'on y mette alors de la limaille de fer ou de la craie, il y aura divergence des feuilles d'or à mesure que l'effervescence devient active. Le même effet peut être produit avec l'acide nitrique et de la limaille de cuivre.

5. *Électricité produite par disruption d'un corps solide.* — Si l'on sépare subitement des lames de mica, si l'on rompt en travers un bâton de cire à cacheter, que l'on fende un morceau de bois sec et chaud, ou qu'on en râcle la surface avec du verre de vitre, ou enfin, qu'on fasse éclater une larme batavique en rompant l'extrémité, l'équilibre électrique sera troublé. Cependant, il est probable que ces cas peuvent être pour la plupart rapportés au frottement qui a lieu parmi les molécules. On peut aussi attribuer à la même cause l'électricité excitée en tamisant à travers un crible métallique différentes poudres et limailles de métaux, ou lorsqu'on les projette sur des plaques isolées.

6. *Développement d'électricité par changement de température.* — Haüy fit la découverte importante, que

la propriété de manifester des phénomènes électriques par la chaleur n'appartient qu'à ceux des cristaux dont les formes ne sont pas symétriques, c'est-à-dire dont une extrémité ou un côté ne correspond pas à l'extrémité ou au côté opposé. Ainsi, par exemple, la variété de tourmaline que cet illustre minéralogiste appelle *isogone*, cristal prismatique à neuf pans, avec un sommet à six faces et l'autre à trois, étant exposée à une température d'environ 42° centigrades, ne donnera aucun signe de vertu électrique. Mais si l'on plonge pendant quelques minutes cette tourmaline dans de l'eau bouillante, et que, la prenant avec une petite pince par le milieu du prisme, on la présente à la calotte de l'électroscope, ou à une balle de moelle suspendue en pendule, déjà chargée d'une électricité connue, alors on verra la tourmaline attirer la balle par l'une de ses extrémités et la repousser par l'autre. Le sommet à trois faces possède l'électricité résineuse, et le sommet à six faces l'électricité vitrée. Quoiqu'une élévation de température soit nécessaire pour développer dans la tourmaline cette propriété, elle ne le devient pas pour la lui conserver. Sa vertu électrique peut continuer six heures après que sa température est revenue au premier point, surtout si on l'a placée sur un support isolé. Dans le fait, la tourmaline perd plus lentement son électricité qu'un morceau de verre dans des circonstances semblables.

Cette propriété d'attirer, étant chauffée, les corps légers, fut reconnue par les anciens dans la tourmaline, qui était probablement leur *lyncurium*. Les Hollandais donnèrent à celle de l'île de Ceylan le nom d'*aschentrikker*, de la vertu qu'elle manifestait d'attirer les cendres, lorsqu'on en laissait un morceau près du feu. Il paraît qu'à une température supérieure à celle de l'ébullition, la tourmaline perd de son activité électrique, et qu'elle est

quelque temps avant de la recouvrer dans sa vertu première. Lorsque la tourmaline est grosse, elle devient capable d'émettre des éclairs électriques. Les topazes du Brésil et de Sibérie manifestent, étant légèrement chauffées, les mêmes phénomènes électriques. Les topazes de Saxe et la topaze bleue de l'Aberdeenshire ne sont électriques que par frottement. La boracite, la mésotipe et la calamine cristallisée deviennent aussi, comme la tourmaline, électriques par la chaleur.

7. *Électricité produite par contact de corps dissemblables.* — Si l'on prend deux disques plats, l'un d'argent ou de cuivre et l'autre de zinc, chacun de 50 à 75 millimètres de diamètre, munis l'un et l'autre d'un manche de verre par lequel on les tient, et qu'on les mette momentanément en contact en les appliquant surface à surface, on reconnaîtra, en les séparant, qu'ils sont électrisés l'un et l'autre. Lorsqu'on touche un disque de soufre, modérément chauffé, avec une lame de cuivre isolée, les effets électriques sont encore plus frappans. Des cristaux acides, touchés avec des lames métalliques, fournissent des phénomènes électriques. Enfin, des cristaux d'acide oxalique, mis en contact avec de la chaux vive sèche, développent de l'électricité. C'est sur l'excitation d'électricité par le contact de corps chimiques dissemblables qu'est fondé le principe d'action galvanique et la construction de la batterie voltaïque. Nous traiterons ci-après de cet admirable appareil.

II. *Des deux électricités.* — Il a déjà été établi que les deux électricités existent toujours ensemble et simultanément. Si elles résultent de la décomposition d'un fluide composé neutre en repos, nous pouvons facilement reconnaître que cette coexistence est inévitable. Cette décomposition peut aussi nous faire aisément comprendre comment un corps quelconque peut être rendu, par frotte-

ment, propre à manifester l'une ou l'autre des deux électricités, suivant la nature du frottoir. La seule exception a ce fait est celle que présente le dos d'un chat vivant qui donne l'électricité vitrée avec tout frottoir quelconque jusqu'à présent essayé. Pour reconnaître les espèces d'électricité développée, il suffit simplement de communiquer auparavant aux bandes de feuilles d'or une électricité connue, produite, par excitation, soit du verre, soit de la cire à cacheter : si les bandes de feuilles d'or divergent avec la première de ces électricités, et qu'on approche alors un corps similairement électrisé, la divergence augmentera; mais, en leur représentant un corps ayant une électricité opposée, les bandes de feuilles d'or se rapprocheront aussi l'une de l'autre.

On a présenté, dans la table qui suit, plusieurs substances qui acquièrent l'électricité vitrée quand on les frotte avec les substances qui suivent dans la liste, et l'électricité résineuse, étant frottées avec celles qui les précèdent.

La peau de chat.	Le papier.
Le verre poli ou lisse.	La soie.
L'étoffe de laine, ou estame.	La gomme-laque.
Les plumes.	Le verre dépoli.
Le bois sec.	

Il ne peut être signalé de rapport visible entre la nature ou la constitution des substances et les espèces d'électricité que développe leur frottement mutuel; la seule loi générale qui se fait remarquer parmi les phénomènes, est que le corps frottant et le corps frotté acquièrent toujours des électricités opposées. Le soufre est vitreusement électrisé lorsqu'on le frotte avec tout métal, excepté le plomb, et résineusement avec le plomb et toute autre espèce de frottoir. Les corps résineux, frottés entre eux, acquièrent alternativement l'électricité vitrée et l'électricité résineuse; mais étant frottés

contre tout autre corps, ils deviennent résineusement électriques. La soie blanche acquiert l'électricité vitrée avec la soie noire, les métaux et le drap noir, et l'électricité résineuse avec le papier, la main de l'homme, le cheveu, et la peau de belette. La soie noire acquiert l'électricité vitrée avec la cire à cacheter, mais l'électricité résineuse avec les peaux de lièvre, de belette et de furet; avec le laiton, l'argent, le fer, la main humaine et la soie blanche. L'étoffe de laine se charge fortement d'électricité vitrée avec le zinc et le bismuth; médiocrement avec l'argent, le cuivre, le plomb et le fer spéculaire. L'électricité est résineuse lorsqu'elle est acquise par cette étoffe avec le platine, l'or, l'étain, l'antimoine, le cuivre gris, le sulfure de cuivre, le bisulfure de ce métal, les sulfures d'argent, d'antimoine et de fer. Lorsque deux rubans d'égale surface sont excités en faisant glisser une longueur de l'un sur une partie de l'autre, la portion qui a éprouvé le frottement devient électrisée vitreusement, et l'autre l'est résineusement. De l'air sec que l'on force à passer sur du verre s'électrise résineusement, et laisse le verre dans l'état opposé. Des étoffes de soie, agitées dans l'atmosphère avec un mouvement rapide, prennent toujours l'électricité résineuse, tandis que l'air devient électrisé vitreusement. Un ruban de soie blanche frotté contre un ruban noir bien teint donne toujours des signes d'électricité vitrée; mais, si le ruban de soie noire est sensiblement usé, et que le ruban de soie blanche soit chauffé, il manifestera l'électricité résineuse, et en refroidissant, il donnera de nouveau des signes d'électricité vitrée. Le résultat général que déduisit M. Coulomb de ses nombreuses et très exactes expériences sur ce sujet intéressant, est le suivant :

Lorsqu'on frotte ensemble les surfaces de deux corps, celle dont les parties composantes s'écartent le moins entre elles, ou se trouvent le moins hors

de leur position naturelle de repos, paraissent en conséquence plus disposées à prendre l'électricité vitrée; cette tendance augmente, si les surfaces éprouvent une compression passagère. Réciproquement, celle des surfaces dont les molécules dévient le plus de leur position ordinaire par la violence de frottement de l'autre, ou par une cause quelconque, est par cette raison plus disposée à prendre l'état d'électrisation résineuse : cette tendance augmente, si la surface éprouve une dilatation réelle.

Plus cette opposition de circonstances est forte, plus le développement d'électricité sur les deux surfaces est énergique. Ce développement s'affaiblit en proportion de ce que l'état des surfaces devient plus semblable; une égalité parfaite ferait cesser les phénomènes, si elle pouvait exister. Ainsi, lorsque l'on frotte contre une surface métallique rude une substance animale ou végétale sèche, elle donne des signes d'électricité résineuse; dans ce cas, ses parties sont forcément séparées. Lorsque, d'un autre côté, cette substance est frottée contre un métal poli qui affecte à peine sa surface, ou qui comprime simplement les molécules, alors, ou elle ne fournit aucune évidence d'électricité, ou celle qu'elle manifeste est de l'espèce vitrée. La chaleur, en dilatant les pores, agit sur les surfaces des corps comme le ferait un rude frottoir; elle les dispose à prendre l'électricité résineuse. De même aussi, de la soie noire neuve, fortement teinte, frottée contre un ruban de soie blanche, prend toujours l'électricité résineuse; mais, lorsque l'étoffe de soie noire est usée, et sa couleur se passant, si l'on ouvre les pores du ruban blanc par la chaleur, celui-ci acquiert à son tour une plus grande tendance que la soie noire à prendre l'électricité résineuse, et en conséquence il la met à l'état d'électrisation vitrée. Cette disposition, comme on pouvait s'y attendre, cesse avec la cause accidentelle qui y donnait lieu, et le ruban blanc,

en refroidissant, reprend son état de vitreusement électrisé. La teinture noire produit sur la laine le même effet que sur la soie. Un ruban blanc, frotté contre une étoffe de laine blanche, donne toujours des signes d'électricité résineuse; mais ce ruban, frotté contre de la laine teinte en noir, manifeste l'électricité vitrée. Je suis entré, dit le docteur Ure, un peu minutieusement dans le détail des causes, paraissant frappantes, qui donnent naissance à l'une ou à l'autre électricité, parce que ces causes peuvent tendre à jeter quelque lumière sur les électricités qui se développent entre les corps chimiques, par frottement ou simple contact. Il a été, à la vérité, supposé que les acides non combinés, les alcalis et les métaux, sont dans un état constant d'électrisation résineuse pour les acides, et vitrée pour les alcalis et les métaux; mais il n'y a ni probabilité ni évidence que ces corps soient dans cet état. L'électricité produite par leur contact avec d'autres corps, sur une surface étendue, donne évidemment lieu à dérangement de l'équilibre préexistant. Un fil qui, dans l'électroscope de torsion le plus sensible, parcourt 90° avec une force de moins d'un millionième de grain, n'indiquera point d'électricité lorsqu'on le fera toucher l'acide ou le corps alcalin le plus énergique.

En décrivant les deux électricités, nous ne devons pas omettre de parler des observations intéressantes de M. Ehrman. Il est des substances, de la classe des conducteurs imparfaits, qui ne peuvent recevoir qu'une espèce d'électricité lorsqu'on en forme des chaînons dans le circuit voltaïque: M. Ehrman appelle ces corps *unipolaires*. Le savon parfaitement sec et la flamme du phosphore, réunis avec les *deux* extrémités de l'appareil voltaïque et avec le sol, ne déchargent que l'électricité résineuse; les flammes d'alcool, d'hydrogène, de cire et d'huile ne déchargent, sous des circonstances semblables, que l'électricité vitrée. Tous ces corps

cependant, lorsqu'ils ne sont en communication qu'avec un *seul* pôle de la pile et le sol, font cesser la divergence des feuilles de l'électroscope attachées à ce pôle. Pour rendre ces résultats manifestes, isolez, dans un temps sec, une batterie d'environ 200 paires de plaques; mettez en communication, par un fil mobile, avec chacun des pôles de la pile la calotte d'un électroscope à bandes de feuilles d'or : lorsque l'un ou l'autre électroscope est mis en contact avec le savon communiquant avec la terre, la légère divergence des feuilles d'or cesse ; mais, lorsque les électroscopes sont communiquant l'un et l'autre avec le savon et aussi avec la terre, la divergence des feuilles d'or attachées à l'extrémité zinc, ou au pôle électrisé vitreusement, continuera, tandis que les feuilles de l'autre électroscope se réuniront. L'ordre inverse d'effets se présente, à l'endroit où les feuilles de l'électroscope communiquant à l'extrémité zinc se réunissent, lorsque la flamme d'une bougie est en communication avec l'un et l'autre des électroscopes et avec le sol.

Dans un Mémoire intéressant de M. Brande, publié, *Phil. Trans.* pour 1814, ce savant a cherché à expliquer d'une autre manière les phénomènes curieux que présentent les flammes. Comme il considère quelques corps chimiques comme étant naturellement à l'état électrique résineux et d'autres à l'état électrique vitré, il suppose que la flamme positive sera attirée par la polarité négative qui la neutralise, tandis que la flamme négative produit un rétablissement semblable de l'équilibre au pôle positif. Pour démontrer la vérité de cette hypothèse, il plaça les flammes de différens corps entre deux sphères de laiton isolées, contenant chacune un thermomètre sensible. Sa première expérience vérifia l'observation de Cuthbertson, que la flamme d'une bougie communique principalement sa chaleur à celle négative de deux boules faiblement

électrisées l'une et l'autre par la machine cylindrique de la construction de Nairne.

Flammes attirées par

la boule positive.	*la boule négative.*
Hydrogène phosphoré légèrement.	Gaz oléfiant.
Oxide de carbone en un petit courant de vapeur, douteuse.	Gaz hydrogène sulfuré légèrement; sa vapeur d'acide sulfureux passait à la boule positive.
Idem, en grand courant de vapeur.	Hydrogène arséniqué; son acide arsénieux passait faiblement à l'autre boule.
L'acide produit par la flamme de soufre.	Hydrogène, résultat douteux d'après égalité d'attraction.
Flamme et fumées acides de phosphore.	Flamme de soufre carburé; ses fumées acides passaient à la boule positive.
Vapeur de gaz acide muriatique se manifestant en recouvrant les boules avec du papier de tournesol.	Flamme et fumées alcalines de potassium.
Vapeur d'acide nitreux.	Flamme d'acide benzoïque.
Vapeur d'acide benzoïque.	Flamme de camphre.
Vapeur d'ambre.	Flamme de résines.
	Flamme d'ambre.

Les flammes d'huile, de cire, etc., doivent être considérées, dit M. Brande, comme consistant principalement dans ces corps à l'état de vapeur; et leurs électricités naturelles étant positives, il est évident que lorsque ces flammes sont mises en communication avec le pôle *positif* de la batterie, et avec un électromètre à feuilles d'or, les feuilles continueront de diverger; mais ces flammes étant mises en communication avec le pôle négatif, cet état électrique sera annihilé par l'énergie positive

inhérente de la flamme; et, par conséquent, les feuilles de l'électromètre négatif ne divergeront pas. D'un autre côté, la flamme du phosphore est négativement unipolaire. Or, on a vu que cette flamme (ce qui est probablement dû à la rapidité avec laquelle elle forme un acide puissant par sa combinaison avec une grande quantité d'oxigène) est attirée par la surface électrisée positivement, et que, par conséquent, elle est elle-même négative, de sorte qu'elle transmettrait l'électricité négative à l'électromètre, mais annihilerait la puissance négative; et paraît être ainsi un isolant sous les circonstances particulières que M. Ehrman a décrites. Je ne m'arrêterai pas à examiner jusqu'à quel point ces ingénieuses conclusions sont justes. Elles n'affectent point l'unipolarité du savon sec, qui, d'après la théorie de M. Brande sur celle des flammes, devrait être naturellement et constamment à l'état d'électricité positive, ce que nons savons ne pas être.

III. *De la distribution du fluide électrique.* — Nous serons en état de classer et de réunir sous ce titre plusieurs phénomènes importans, que par leur disjonction, des auteurs ont souvent rendus compliqués et difficiles à comprendre. Nous traiterons, en premier lieu, de la distribution de l'une ou l'autre électricité isolée dans un corps et dans un système de corps en contact; et en second lieu, de la distribution d'électricité dans un système de corps contigus, n'étant pas en contact.

1°. Si l'on communique l'électricité à une sphère métallique isolée, on trouvera que le fluide s'est porté tout entier à sa surface, et que ses molécules intérieures sont absolument dépourvues de toute vertu électrique. Si, après avoir électrisé une sphère isolée de fer ou de laiton, dans laquelle on a pratiqué un trou d'environ 25 millimètres de diamètre, se prolongeant jusqu'au centre de ce corps, on fait toucher ce centre par une boule métallique suspen-

due à l'extrémité d'une aiguille de gomme-laque, et qu'on la présente aussitôt à un électroscope sensible, on reconnaîtra qu'elle ne manifeste aucun signe quelconque d'électricité. Si cependant la boule touche le bord extérieur du trou, ou la surface de la sphère, en un point quelconque, cette boule acquerra une électricité très manifeste. Il s'ensuit que si l'on applique pour un moment sur la surface d'un boulet de canon de 24, électrisé, deux coupes hémisphéroïdes de fer-blanc munies de manches isolans, au moyen desquels on les tient, on trouvera que toute la vertu électrique du boulet a passé dans les coupes, dont le poids peut ne pas être la dix-millième partie de celui de ce corps. Cette distribution d'électricité est entièrement indépendante de la nature de la substance, et elle peut se déduire de la loi découverte par Coulomb, que les attractions et répulsions électriques sont inversement proportionnelles aux carrés des distances.

Le corps électrisé étant une sphère, la couche électrique extérieure, qui coïncide toujours avec la surface du corps, sera la même que la couche mince dans son intérieur. Si le corps électrisé est un ellipsoïde, la surface intérieure de la couche électrique sera aussi un ellipsoïde concentrique et semblable; car on démontre qu'une couche elliptique, dont les surfaces sont ainsi concentriques et semblables, n'exerce aucune action sur un point situé dans son intérieur. L'épaisseur de la couche en chacun de ses points, se trouve généralement déterminée par cette construction. Il en résulte que cette épaisseur est la plus grande au sommet du plus grand axe et la moindre au sommet du plus petit; et les épaisseurs qui répondent aux sommets différens sont entre elles comme les longueurs de leurs axes respectifs.

2°. L'atmosphère et le support de verre étant de parfaits non-conducteurs, la distribution ci-

dessus continuerait d'avoir lieu, jusqu'à ce que quelque autre corps eût été rapproché de la boule ou mis en contact avec elle. Mais la surface du verre, même vernissé, fournit lentement à la puissance idiorépulsive du fluide électrique; et l'atmosphère, en partie par ses molécules aqueuses, et en partie par le faible pouvoir conducteur qui lui est propre, enlevera continuellement au globe de son électricité. Cette enveloppe aérienne immédiate n'a pas plus tôt acquis l'imprégnation électrique, qu'elle est repoussée et remplacée par une sphère nouvelle de molécules gazeuses. Par ce mouvement intérieur aérien de répulsion et d'attraction, la boule perd bientôt son excès d'électricité vitrée ou résineuse et reprend l'état neutre. En la plaçant au centre d'un récipient de verre sec, la durée de l'état d'électrisation peut être prolongée, mais plus tôt ou plus tard, l'équilibre électrique se rétablit entre elle et la matière environnante.

3°. Si avec la boule électrisée ci-dessus, on met en contact une autre boule non électrisée, du même volume, mais d'un poids très différent, on verra qu'il s'établit entre elles une distribution égale. Si à chacune de leurs surfaces on applique un disque isolé, il sera devenu capable d'affecter au même degré un électromètre gradué de torsion. On conçoit ainsi que les corps n'agissent pas sur l'électricité en vertu d'une espèce quelconque d'attraction élective ou affinité; mais on doit les considérer simplement comme des vaisseaux dans lesquels cette puissance est distribuée conformément aux lois de la mécanique.

Lorsque les sphères ci-dessus sont séparées, leurs électricités se répandent uniformément autour d'elles, et les quantités en sont trouvées égales lorsque les surfaces le sont; mais si les surfaces sont inégales, suivant un rapport quelconque, il arrive alors que la quantité d'électricité varie dans un

rapport différent, et moindre que celui qui existe entre les surfaces. Ainsi Coulomb s'assura que la surface de la sphère plus petite n'étant que du quinzième environ de celle de la sphère plus grande, sa quantité de fluide électrique était le onzième de celle de l'autre.

La table qui suit est celle générale de ses résultats :

Surface de sphère.		Densité électrique de la petite sphère, dont la surface = 1.
1		1
4		1,08
16		1,30
64		1,65
Infinie...	Moindre que	2,00
Idem....	calculée par M. Poisson.	1,65

La différence ne peut donc jamais s'élever à 2,00. Coulomb plaça deux globes, chacun de 5 centimètres de diamètre, sur une même ligne avec un globe de deux décimètres de diamètre, les deux plus petits étant en contact, et l'un d'eux en contact avec le plus gros. Il trouva que la quantité d'électricité du petit globe le plus éloigné du gros globe, était à celle du petit globe intermédiaire, comme 2,54 est à 1. Quatre globes, chacun de 5 centimètres de diamètre, étant placés sur une file, successivement en contact entre eux et avec un globe de 2 décimètres de diamètre, on reconnut que le rapport des quantités d'électricités, prises par le petit globe le plus éloigné du gros, et par celui qui en était le plus près, était comme 3,4 est à 1. Ayant placé vingt-quatre globes, de 5 centimètres de diamètre, sur une même file avec le globe plus gros, de 2 décimètres de diamètre, M. Coulomb compara le vingt-quatrième petit globe, c'est-à-dire le dernier dans la file, avec les autres dans la même file, et les résultats furent ainsi qu'il suit :

La densité électrique du 24e à celle du 23e, comme.	1,49	est à 1
du 24e à celle du 12e, comme. .	1,7	à 1
du 24e à celle du 10e, comme. .	2,1	à 1
du 24e à celle du 1er, qui était en contact avec le gros globe, comme.	2,72	à 1
du 24e à celle du gros globe, comme.	2,16	à 1

Lorsque deux sphères d'égale dimension étant mises en contact et électrisées simultanément, on les examine sous le rapport de leur électricité, sur les différens points de leur surface, on a les rapports suivans :

Position des points comparée.	Rapport de la seconde épaisseur à la première.
90° et 20°	insensible.
90 30	0,2083
90 60	0,7994
90 90	1,0000
90 180	1,0576

Les diamètres des deux globes étant comme 2 est à 1, on a :

90° et 30	insensible.
90 60	0,5882
90 90	1,0000
90 180	1,3333

Que dans les cas ordinaires, l'électricité soit confinée sur les surfaces des corps, non seulement en raison de la faculté non conductrice de l'air, mais encore par une sorte de pression mécanique que l'air exerce, c'est ce qui devient évident lorsqu'on rend la densité de l'air moindre, en faisant le vide. Quoique les molécules aériennes conductrices soient ainsi très sensiblement diminuées en nombre, ce qui paraîtrait devoir rendre l'air dans cet état plus complétement isolant, ce-

pendant le pouvoir électrique émane alors, avec une très grande rapidité, de la boule électrisée, en corruscations visibles. L'air raréfié est donc un bon conducteur.

4°. En touchant des points divers de corps électrisés isolés, avec un petit disque de feuille métallique, ajusté à l'extrémité d'une aiguille de gomme-laque, qu'il appliquait à son électroscope, M. Coulomb chercha à connaître la variation de densité électrique à divers points des surfaces des corps de formes et de grandeurs différentes. Il trouva dans ces essais, que vers les extrémités de tous les corps conducteurs oblongs, soit lames minces, prismes ou cylindres, il y a une augmentation rapide d'électricité. Il isola un cylindre circulaire de 5 centimètres de diamètre, et de 75 centimètres de long, terminé à chacune de ses extrémités par une demi-sphère. En comparant les quantités d'électricités accumulées au centre de ce cylindre, et à différens points vers ses extrémités, il trouva que :

	Rapport du second électroscope de torsion au premier.
Touché au milieu et à 5 centimètres de l'extrémité, le rapport était de.	1,25
Et, à 25 millimètres de cette extrémité.	1,80
Et à l'extrémité.	2,30

Lorsque le cylindre devient de plus en plus délié vers ses extrémités, l'accroissement d'électricité dans ces parties devient aussi plus considérable et plus rapide. Enfin, si l'extrémité du cylindre se prolongeait de manière à former le sommet d'un cône, l'accumulation à ce point est tellement forte, que la résistance de l'air ne suffit plus pour retenir l'électricité sur la surface du corps conducteur, et qu'elle s'échappe en corruscations lumineuses visibles dans l'obscurité. Dans ce cas, la distribution uniforme d'électricité s'étend à une très petite

distance de l'extrémité pointue. On conçoit ainsi pourquoi les corps munis de projections aiguës perdent rapidement l'électricité qui leur est communiquée. De même aussi, un plateau circulaire de 13 centimètres de diamètre, lorsqu'il est électrisé, a à son centre une tension électrique de 1; à 25 millimètres de ce centre, une tension de 1,001; à 5 centimètres, de 1,005; à 75 millimètres, de 1,17; à 10 centimètres, de 1,52; à 114 millimètres, de 2,07, et au bord, de 2,9 fois celle du centre. L'on comprendra facilement alors comment des machines électriques munies de conducteurs principaux allongés donnent des étincelles très vives.

De la distribution de l'électricité parmi des corps contigus qui ne sont point en contact. — Examinons ce qui arrive lorsque deux sphères électrisées sont mises hors de contact et un peu écartées l'une de l'autre. Il se manifeste alors un phénomène très remarquable. On a vu que, pendant le contact, l'électricité se trouve de même nature sur les deux sphères. Pour fixer nos idées, supposons que cette électricité soit l'électricité vitrée. On a également vu que l'électricité est nulle au point de contact; or, à l'instant où l'on sépare les deux sphères, si leurs dimensions sont inégales, cette nullité n'a plus lieu. L'électricité, combinée ou naturelle, de la petite sphère, se décompose en partie; et celle qui est de nature contraire à l'électricité de la grande sphère, ou, dans le présent exemple, l'électricité résineuse, se porte vers le point où le contact a eu lieu. Cet effet diminue à mesure qu'on écarte les deux sphères l'une de l'autre, et il devient nul à une certaine distance, qui dépend du rapport de leurs *rayons*. Alors le point de la petite sphère auquel le contact avait lieu, retourne à l'état où il était pendant le contact, c'est-à-dire que l'électricité y est nulle. En partant de ce terme, si l'on augmente la distance, toute la surface de la

petite sphère se recouvre d'électricité de la même nature; et cette nature d'électricité est la même que pendant le contact. Ces phénomènes sont toujours particuliers à la plus petite des deux sphères, quelle que puisse être la quantité d'électricité qui leur est communiquée. Sur la plus grande sphère, l'électricité est toujours et partout de la même espèce qu'au moment du contact.

Dans une expérience faite par Coulomb, où la grande sphère avait 28 centimètres de diamètre et la petite 10, l'opposition des deux électricités continua d'avoir lieu jusqu'à ce que l'écartement des deux sphères fût devenu de 5 centimètres. Lorsque le diamètre de la petite sphère n'était que de 6 centimètres, l'opposition continuait jusqu'à ce que la distance fût devenue d'une quantité égale à celle du diamètre, ou de 6 centimètres, mais pas au-delà. Lorsque les sphères sont de dimensions égales, ces circonstances particulières n'ont pas lieu.

Lorsqu'on rapproche par degrés l'une vers l'autre deux sphères chargées d'électricités contraires, l'épaisseur de la couche électrique, aux points les plus près de leurs deux surfaces, devient plus grande; et cette épaisseur augmente indéfiniment à mesure que la distance des deux surfaces diminue. La pression que l'électricité exerce sur la lame d'air interposée entre les deux corps, augmente progressivement, et finit par surmonter la résistance de l'air; le fluide électrique s'échappant alors sous la forme d'une étincelle ou autrement, doit passer, avant leur contact réel, d'une surface à l'autre.

Cette action à distance est la clef des principaux phénomènes d'électricité.

Les premières recherches sur l'électricité donnent lieu à établir d'abord ce fait, que des corps électrisés attirent ou semblent attirer les matières légères qu'on leur présente, sans qu'il soit nécessaire de développer dans celles-ci la vertu élec-

trique par frottement ou communication; mais il nous faut actuellement concevoir que ce développement est spontanément effectué par la simple influence à distance du corps électrisé, sur les électricités combinées ou électricité naturelle des petits corps autour de lui. Ainsi toutes les attractions réelles ou apparentes que nous observons n'ont lieu qu'entre des corps électrisés.

Lors donc qu'un corps conducteur isolé B, dans son état naturel d'électrisation, est mis en présence d'un autre corps électrisé et isolé A, l'électricité distribuée sur la surface de A, agit par influence sur les deux électricités combinées et en repos, ou sur l'électricité naturelle de B, décompose une quantité de cette électricité proportionnelle à l'intensité de son action, et la résout dans ses deux principes constituans. De ces deux électricités devenues libres, le corps A en attire une et repousse l'autre. Celle-ci se porte sur la partie de la surface B qui est la plus éloignée du corps A, et la première, sur celle qui en est la plus voisine. Ces deux électricités agissent à leur tour sur l'électricité libre de A, et même sur ses deux électricités combinées, dont une partie se décompose par cette réaction, et se sépare, si le corps A est aussi conducteur. Cette nouvelle séparation entraîne une décomposition de l'électricité combinée de B, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les quantités de chaque principe deviennent libres, ou que les deux corps arrivent à l'équilibre par le balancement de toutes les forces attractives et répulsives que leurs électricités exercent mutuellement les unes sur les autres, en vertu de leur nature différente ou semblable.

Si l'électricité qui a été donnée au corps électrisé A est vitrée, et si le corps B est un cylindre, l'extrémité de ce corps la plus voisine de A sera à l'état résineux; celle la plus éloignée, à l'état vitré, et la partie du milieu sera à l'état neutre.

Si, dans cet état de choses, l'on touche l'extrémité la plus éloignée avec un troisième conducteur C, également isolé et dans l'état naturel, et qu'on le retire alors, on le trouvera chargé d'électricité vitrée; ou si l'on touche avec le doigt l'extrémité éloignée du second conducteur, et qu'après l'en avoir retiré, on sépare les premier et second conducteurs isolés à une très grande distance, on trouvera que B a acquis de l'électricité, indépendamment de la présence de A; si cependant, sans avoir touché B, on les sépare, alors B n'étant plus exposé à l'influence de A, retournerait aussitôt à son état naturel; dans ce cas, les deux électricités décomposées, s'écoulant des extrémités, rétabliraient, en se recombinant, l'équilibre. Si l'électricité de A était vitrée, le contact d'un doigt non électrisé ferait passer B à l'état d'électricité résineuse, en ouvrant, pour parler ainsi, un canal par lequel puisse s'écouler l'électricité résineuse repoussée. On voit aussi combien cette succession d'actions et de réactions peut augmenter prodigieusement l'intensité d'une électricité originairement très faible. On peut, sur ce principe, communiquer à volonté à un conducteur isolé l'une ou l'autre des électricités d'un corps électrisé, ou source.

Si nous excitons, en le frottant sur la manche de notre habit, un bâton de cire à cacheter, nous rendons cette électricité résineuse susceptible de produire ou l'état résineux, ou l'état vitré dans la feuille d'or d'un électroscope. Si nous tenons le bâton à une petite distance au-dessus de la calotte ou couvercle de l'électroscope, les feuilles divergeront aussitôt, et dès que nous le retirerons, elles se joindront. Si nous touchons alors le couvercle pour un instant avec le bâton de cire à cacheter, les feuilles acquerront le même état électrique. Elles continueront de diverger avec électricité résineuse. Rétablissons l'état naturel, en touchant le

couvercle avec le doigt, en tenant de nouveau le bâton de cire à cacheter un peu au-dessus de l'électroscope ; touchons alors un moment son couvercle avec le doigt, et, en le retirant, éloignons en même temps le bâton de cire à cacheter, nous verrons les feuilles continuer à diverger ; et en essayant l'espèce d'électricité, nous reconnaîtrons que c'est l'électricité vitrée ; car l'approche du bâton de cire excité fera diminuer la divergence, tandis que celle du verre excité l'augmentera.

Ces attractions et répulsions réciproques, ainsi que ces décompositions du fluide électrique composé, expliquent parfaitement l'action du condensateur d'électricité tel qu'il a été imaginé par OEpinus ou Volta, et perfectionné par Cuthbertson ; de l'électrophore, de la bouteille de Leyde, et jusqu'à un certain point, de l'appareil mystérieux de la batterie voltaïque. A ce sujet, toutes nos recherches électriques précédentes peuvent être considérées comme de simples introductions ; car cet appareil constitue la grande chaîne d'union entre l'électricité et la chimie, dérivant probablement de suites non interrompues de décharges impulsives, et tirant par conséquent son merveilleux pouvoir d'analyse chimique des effets réunis d'électricité et d'attraction élective.

IV. *De l'électricité voltaïque.* — Le célèbre Galvani, professeur de physique à Bologne, qui s'occupait alors d'expériences sur l'excitabilité des organes musculaires par l'électricité, ayant par hasard suspendu au moyen de crochets de cuivre, des grenouilles récemment tuées et écorchées qu'il employait à ces épreuves, aux palissades de fer de son jardin, il observa dans les pieds et les jambes de ces animaux, certains mouvemens convulsifs. Cet effet, qui ne pouvait s'expliquer par aucun principe connu, ouvrit dès-lors un vaste champ de recherche à la science physique.

La nature et l'objet de cet ouvrage ne nous per-

mettant pas d'entrer dans des détails historiques, nous traiterons ici tout à la fois de *l'électricité voltaïque* dans son état actuel, et de la *chimie électrique*. Galvani avait attribué les mouvemens musculaires à une suite de décharges d'une électricité particulière inhérente et naturelle aux corps vivans, à laquelle on donna pendant quelque temps le nom d'électricité animale, ou qu'on désigna par le terme plus mystérieux de galvanisme. Mais Volta ayant répété les expériences de Galvani, reconnut et prouva que les phénomènes résultaient du contact des deux métaux hétérogènes, le cuivre et le fer, produisant dans l'équilibre électrique un dérangement qui, quoique très faible, pouvait cependant suffire pour affecter le plus sensible de tous les électroscopes, l'irritabilité des organes musculaires d'une grenouille récemment tuée, quoiqu'elle ne pût se manifester à aucun électroscope de construction humaine. Volta confirma pleinement cette belle théorie, que le contact de deux métaux différens, zinc et argent, sous la forme de disques tenus au moyen de manches ou tiges isolantes partant de leur centre, était capable d'affecter le condensateur ordinaire d'électricité.

Cependant Galvani cherchant à défendre l'hypothèse qui attachait son nom à la science, présenta, pour l'appuyer, quelques faits curieux, prouvant qu'on pouvait produire dans les membres de cadavres de grenouilles, des convulsions musculaires entièrement indépendantes de l'action de métaux. Ce fut d'après ces objections que Volta fut amené à la découverte qu'il fit depuis, que des corps hétérogènes, autres que des métaux, pouvaient, par contact, troubler l'équilibre électrique. Il considéra que puisqu'une baguette déliée d'argent et une de zinc se touchant entre elles par l'une de leurs extrémités, et mises par l'autre en contact avec le nerf et le muscle, ou avec la colonne dorsale et les pieds d'une gre-

nouille morte, étaient capables d'exciter des convulsions énergiques, une répétition sur une surface plus étendue de cette simple suite de deux métaux et d'humidité, pouvait produire un effet combiné se faisant sentir au toucher de la main. En s'attachant avec la persévérance la plus philosophique à suivre cette idée qui lui était propre, il parvint à construire avec le plus heureux succès, par une alternation régulière de disques d'argent, de zinc et de drap ou de coton mouillé, établis en forme de colonne, la pile électro-chimique et la batterie devant associer dans les âges futurs le nom de Volta à celui de Galvani. Les arcs métalliques composés de cuivre et de zinc avec lesquels Volta réunissait un circuit de coupes contenant de l'eau salée, pour former ce qu'il appelait sa *couronne des tasses*, peuvent être considérés comme présentant le même appareil dans un arrangement horizontal au lieu de celui en colonne. M. Cruickshanks substitua avec avantage à la première construction, une auge ou cuve voltaïque, et la seconde a suggéré l'idée de l'arrangement de cellules de porcelaine parallèles formées par des diaphragmes de la même substance, dans lesquelles on établit convenablement une suite de plaques métalliques composées.

Parmi les physiciens qui, après Galvani et Volta, entrèrent dans la lice, il s'en est présenté deux d'une réputation illustrée par leur génie et les succès de leurs recherches : le docteur Wollaston et sir H. Davy. Le premier eut le mérite particulier d'établir et de tracer l'analogie qui existe entre les effets mystérieux du galvanisme et l'électricité ordinaire; et il a depuis inventé un appareil, au moyen duquel cet agent peut exciter une vive ignition dans presque tout circuit microscopique. Quant à sir H. Davy, l'importance de ses découvertes dans l'électricité voltaïque et en chimie est

telle, qu'il est difficile de trouver des expressions propres à la mettre dans tout son jour.

C'est en me guidant d'après les recherches de ces savans, dit le docteur Ure, que je vais essayer de présenter un exposé succinct des phénomènes voltaïques.

On peut distinguer, dans la science électro-chimique, six grandes époques : 1°. la première découverte par Galvani; 2°. la découverte par Volta, du contact de métaux hétérogènes dérangeant l'équilibre électrique; 3°. l'invention de la pile par Volta; 4°. la puissance *chimique* de ce moyen comme agent, observée pour la première fois par MM. Carlisle et Nicholson, dans la décomposition de l'eau; 5°. l'identité de ces effets chimiques avec ceux qui peuvent être produits par l'électricité ordinaire, découverte d'abord par le docteur Wollaston et démontrée par lui dans son admirable traité, *Experiments on the chemical production and agency of Electricity;* et enfin, par sir H. Davy dans une suite de Mémoires également remarquables sous le double rapport du génie et de l'adresse. Ce n'est qu'être juste envers ce savant que de faire observer que l'origine et le développement manifestement connu de ses plus brillantes découvertes, datent de l'époque qui suivit immédiatement celle où la construction de la pile de Volta fut annoncée. La lettre du célèbre Volta, dans laquelle il décrit son invention, est datée de Côme, le 20 mars 1800; elle fut publiée dans l'automne de cette année, *Philosophical Transactions;* et dans *Nicholson's Journal*, pour septembre de la même année; sir Humphry Davy, alors surintendant de l'Institution pneumatique à Bristol, en donna une communication importante.

M. Carlisle, à qui sir Joseph Banks avait particulièrement donné lecture d'une lettre de Volta, construisit une pile; et, au commencement de mai, il fit, assisté de M. Nicholson, plusieurs

expériences sur la décomposition de l'eau, et la coloration en rouge du tournesol par ce moyen; mais ces expériences ne furent pas publiées avant le mois de juillet. M. Nicholson, dans un exposé fait en maître de la découverte de Volta, de celle de M. Carlisle, et de la sienne propre, s'exprime ainsi :

« Nous avions été porté, en raisonnant sur la première apparence d'hydrogène, à nous attendre à une décomposition de l'eau ; mais nous ne fûmes pas peu surpris de trouver que l'hydrogène se dégageait au contact avec un fil, tandis que l'oxigène se fixait en combinaison avec l'autre fil, à la distance de 5 à 6 centimètres. Ce fait nouveau, qui reste encore à expliquer, semble indiquer quelque loi générale de l'action de l'électricité dans des opérations chimiques. »

« Frappé, dit sir H. Davy, du phénomène curieux remarqué par MM. Nicholson et Carlisle, savoir, la production apparente séparée d'oxigène et d'hydrogène de différens fils ou de différentes parties de l'eau complétant le circuit galvanique, je dirigeai mes premières recherches sur les moyens de reconnaître si l'oxigène et l'hydrogène ne pourraient pas être séparément produits de quantités d'eau non immédiatement en contact entre elles. »

Sir H. Davy rend compte alors d'expériences très ingénieuses et décisives dans lesquelles il produisait le dégagement distinct d'oxigène et d'hydrogène, d'eau contenue dans deux verres séparés, lors même que la communication était établie entre eux, au moyen de fibre musculaire morte, à travers son propre corps ou même à travers trois personnes. Il soumit ensuite à l'action de la pile voltaïque, de l'eau dépouillée par l'ébullition de son oxigène peu intimement combiné, et il obtint ses deux constituans à l'état de pureté.

« Réfléchissant, dit-il, sur cette production séparée d'oxigène et d'hydrogène de quantités dif-

férentes d'eau, et sur les expériences de M. Henry jeune, relativement à l'action de l'électricité galvanique sur différens corps composés, je fus porté à supposer que les parties constituantes de corps tels (en les considérant comme immédiatement décomposables par l'influence galvanique) pouvaient être dégagées séparément des fils, et en conséquence obtenues *distinctes l'une de l'autre.* »

Ayant soumis ensuite une dissolution de potasse à la puissance voltaïque de 100 paires de petites plaques, sans obtenir la décomposition à laquelle il s'attendait, sir H. Davy observe : « Surpris de ces résultats, qui prouvaient qu'il n'y avait pas eu décomposition de potasse, et que, dans cette manière d'opérer, cette substance ne produit d'autre effet que de rendre l'influence galvanique capable de dégager plus rapidement de l'eau l'oxigène et l'hydrogène, je me décidai à faire agir cette influence galvanique sur la potasse par voie de communication directe. » Il n'y eut encore que décomposition d'eau, comme il y avait lieu de s'y attendre. Enfin sir Davy décrit la décomposition de l'ammoniaque liquide, ainsi que des acides sulfurique et nitrique, et termine en rectifiant une erreur dans laquelle le docteur Henry était tombé relativement à une décomposition supposée de potasse. « Si, dit-il, le rapport entre les quantités d'oxigène et d'hydrogène produites par les différens fils est toujours le même, quelles que soient les substances tenues en dissolution par l'eau avec laquelle ils sont réunis, cet hydrogène naissant deviendra un instrument puissant et exact d'analyse. »

Le docteur Wollaston enduisit le milieu d'un fil d'argent très fin, sur 6 à 8 centimètres, de cire à cacheter ; et, en coupant ensuite ce fil par le milieu de la partie enduite de cire, il mit à découvert une section du fil. Les deux extrémités enduites du fil ainsi partagé, ayant été plongées

dans une dissolution de sulfate de cuivre, furent placées, dans le circuit électrique, entre les deux conducteurs d'une machine cylindrique, et l'on fit passer à travers la dissolution, au moyen de ces fils, des étincelles tirées à environ 2,5 millimètres de distance. Après cent tours de la machine, il s'était formé sur la surface du fil qui communiquait avec ce qu'on appelle *le conducteur négatif*, un précipité qu'en le brunissant on reconnut être évidemment du cuivre; mais un semblable précipité n'avait pas été produit sur le fil opposé.

En donnant une direction inverse au courant d'électricité, l'ordre des phénomènes fut renversé par suite de ce changement; le cuivre fut promptement redissous à l'aide du pouvoir oxidant de l'électricité positive, et il se forma, comme dans le cas ci-dessus, un précipité de cuivre sur le fil opposé.

Une expérience semblable, faite avec un fil d'or de 0,25 millimètres de diamètre, dans une dissolution de sublimé corrosif, eut la même réussite.

Si un morceau de zinc et un morceau d'argent ont chacun une extrémité plongée dans le même vaisseau contenant de l'acide sulfurique étendu d'une grande quantité d'eau, le zinc est dissous, et fournit du gaz hydrogène par décomposition de l'eau : l'argent, n'étant pas attaqué, n'a aucun pouvoir de décomposer l'eau; mais, toutes les fois qu'on fait toucher le zinc et l'argent, ou que l'on établit une communication métallique quelconque entre eux, il se forme aussi du gaz hydrogène sur la surface de l'argent. Tout autre métal quelconque que le zinc, pouvant, à l'aide de l'acide employé, décomposer l'eau, réussira également si le fil consiste dans un métal sur lequel l'acide n'a pas d'action.

Des expériences analogues à la première, et

également simples, peuvent aussi être faites avec un grand nombre de dissolutions métalliques. Si, par exemple, la dissolution contient du cuivre, il sera précipité par un morceau de fer, et paraîtra sur sa surface. Il ne se produit aucun effet sur l'argent plongé simplement dans la même dissolution; mais, dès que les métaux sont mis en contact, l'argent reçoit un enduit de cuivre.

Dans l'explication de ces expériences, dit le docteur Wollaston, il est nécessaire de faire attention à un fait établi par le moyen de la pile électrique. Il est connu que, de l'eau étant placée dans un circuit de conducteurs d'électricité, entre les deux extrémités d'une pile, si le pouvoir est suffisant pour oxider l'un des fils de communication, le fil en contact avec l'extrémité opposée fournit du gaz hydrogène. Puisque, dans ce cas, on voit que le dégagement d'hydrogène dépend de l'électricité, il est probable que, dans d'autres cas, l'électricité peut être aussi nécessaire pour sa conversion en gaz. Il paraîtrait donc que, dans la dissolution d'un métal, il y a de l'électricité développée pendant l'action de l'acide sur ce métal, et que la formation de gaz hydrogène, même dans ce cas, dépend d'un passage d'électricité entre le fluide et le métal.

On voit en outre, dans les expériences avec le zinc, que ce métal a, sans le contact d'aucun autre, le pouvoir de décomposer l'eau; et comme il n'y a pas de raison pour supposer que le contact de l'argent produise aucun pouvoir nouveau, ce métal ne peut servir que comme conducteur d'électricité, et c'est par cette fonction qu'il occasionne la formation de gaz hydrogène. Dans l'expérience avec le fer, le métal a par lui-même le pouvoir de précipiter le cuivre, au moyen, il est à présumer, de l'électricité qui se développe pendant sa dissolution; et ici également l'argent acquiert, comme conducteur de l'électricité, le

pouvoir de précipiter le cuivre à l'état métallique.

L'explication qu'on donne ici, relativement à ces combinaisons voltaïques de simples paires, reçoit une confirmation additionnelle des expériences comparatives ci-devant avec l'électricité ordinaire. Elles font voir que le même transport de pouvoir chimique et le même renversement apparent de l'ordre habituel d'affinités chimiques, dans la précipitation du cuivre par l'argent, peuvent être effectués par une machine électrique ordinaire. Il est ainsi prouvé que l'action chimique de l'électricité ordinaire est la même que le pouvoir excité par des moyens chimiques; mais, depuis, on avait remarqué une différence dans la facilité comparative avec laquelle la pile de Volta décompose l'eau et produit d'autres effets d'oxidation et de désoxidation des corps exposés à son action; et c'est en cherchant à écarter cette difficulté, que le docteur Wollaston réussit à produire, par l'électricité ordinaire, une imitation très rapprochée de la réalité des phénomènes galvaniques.

On avait pensé que, pour opérer la décomposition de l'eau, il était nécessaire de recourir à l'emploi de machines puissantes et de grandes jarres de Leyde; mais lorsque le docteur Wollaston considéra que la décomposition doit dépendre de la force de la charge d'électricité, convenablement proportionnée à la quantité d'eau, et que la quantité exposée à son action à la surface de communication est en raison de l'étendue de cette surface, il parvint, en la réduisant, à effectuer la décomposition de l'eau avec une machine beaucoup plus petite. A cet effet, il se procura un petit fil d'or fin, qu'il tira en une pointe le plus déliée possible, et l'introduisit ensuite dans un tube capillaire de verre. Après avoir alors chauffé le tube de manière à le faire adhérer à la pointe et à la recouvrir de toute part, il le broya

par degrés, à commencer par le bas, jusqu'à ce qu'avec une loupe il pût apercevoir la pointe de l'or à découvert.

Le succès de cette méthode surpassant ses espérances, le docteur Wollaston revêtit de la même manière plusieurs fils, et il trouva qu'en faisant passer à travers l'eau des étincelles tirées des conducteurs ci-dessus mentionnés, à l'aide d'une pointe ainsi garnie, une étincelle passant à la distance de 32 dix-millimètres, décomposerait l'eau, lorsque la pointe exposée n'excéderait pas 15 millionièmes de mètre de diamètre. Avec une autre pointe, dont il estimait le diamètre à 17 millionièmes de mètre, une suite d'étincelles, de 21 cent-millimètres de long, fournissait un courant de petites bulles d'air. Mais, de quelque manière qu'il fît ses essais à ce sujet, il remarqua que dans tous chaque fil donnait l'un et l'autre gaz oxigène et hydrogène, au lieu de la production de ces gaz séparément, ainsi qu'elle a lieu dans la pile électrique.

Le docteur Wollaston est disposé à attribuer cette différence d'effet à ce qu'il est nécessaire d'employer l'électricité ordinaire avec une plus grande intensité; car, que les électricités positive et négative, ainsi excitées, aient chacune le même pouvoir chimique, comme il a été remarqué qu'elles l'ont ainsi dans la pile électrique, c'est ce qu'on peut reconnaître par d'autres moyens.

Il a été fait mention, dans la précipitation du cuivre par l'argent, d'un cas de désoxidation par l'électricité négative; on peut aussi démontrer le pouvoir oxidant de l'électricité positive par ses effets sur les couleurs végétales.

Ayant coloré une carte avec une forte infusion de tournesol, il fit passer le long de cette carte un courant d'étincelles électriques, au moyen de deux pointes d'or fin, touchant la carte, à 25 millimètres de distance l'une de l'autre. L'effet, comme dans

d'autres cas, dépendant de la moindre quantité d'eau, était le plus apercevable, la carte étant presque sèche. Dans cet état, il devint suffisant d'un très petit nombre de tours de la machine pour produire au fil positif une couleur rouge très manifeste à l'œil nu. Le fil négatif étant ensuite placé sur la partie colorée en rouge, sa couleur bleue originale fut aussitôt rétablie. Les mêmes effets sont produits dans beaucoup moins de temps par la pile voltaïque.

Le docteur Wollaston conclut que toutes les différences que l'on découvre entre les effets galvaniques et ceux de l'électricité ordinaire, peuvent être dues à ce que la première de ces électricités est moins intense, mais produite en beaucoup plus grande quantité.

En faisant toucher un fil joint à l'extrémité zinc d'une pile voltaïque de 50 ou 100 paires, à la calotte de laiton de l'électroscope, il fera diverger à l'instant les feuilles d'or avec électricité vitrée. Un fil joint à l'extrémité cuivre, les fera diverger avec l'électricité résineuse; mais un fil du milieu de la pile n'aura aucun effet sur l'électroscope.

Si l'on introduit, des extrémités opposées de la pile, des fils de platine dans la dissolution quelconque d'un sel neutre, consistant dans un acide uni à une substance alcaline terreuse ou métallique ordinaire, l'acide se réunira autour de la surface électrisée vitreusement ou positive; et l'alcali, la terre ou l'oxide, autour de la surface électrisée résineusement ou négative. Si l'on se sert, pour contenir la dissolution, de deux vases séparés, réunis par un filament d'asbeste humide, on trouve que l'acide rassemblé dans un vase contenant le fil électrisé positivement, sera en proportion définie, relativement à la matière recueillie dans l'autre vase; c'est-à-dire que l'acide formera avec cette matière un composé neutro-salin. Si c'est

de l'acide hydrochlorique étendu d'eau qui agit sur les fils, il se séparera de l'hydrogène à la surface négative, et du chlore à la surface positive.

Les faits qui précèdent, constatés relativement à l'électricité voltaïque, peuvent être considérés comme élémentaires et fondamentaux, en ce qui concerne cette électricité. Avant de décrire ses effets plus grands et plus compliqués, nous allons présenter ici un exposé des diverses modifications de l'appareil.

Dans la cuve, ou auge originale de Cruickshanks, on assurait le contact parfait de chaque paire de plaques de cuivre et zinc, en soudant ensemble leurs surfaces. Chaque plaque métallique composée, et de forme carrée, était solidement fixée, au moyen d'un ciment, dans des rainures entaillées sur les côtés et le fond d'une caisse oblongue de bois d'acajou, pouvant tenir l'eau. Les interstices entre chaque paire de plaque, ou les cellules qu'elles formaient par leur séparation, étaient remplies avec le liquide excitant, neutro-salin ou acidulé. La difficulté de nettoyer les surfaces des plaques dans cette construction, et l'idée que la quantité d'électricité était proportionnelle à la surface zinc exposée à l'oxidation, portèrent à revenir à l'arrangement ou appareil des *tasses à couronnes*. Dans cet appareil, les plaques carrées zinc et cuivre dans chaque paire étaient placées parallèlement entre elles à une distance d'environ 12 à 13 millimètres, et soudées ensemble au milieu d'un bord par un arc étroit, rectangulaire, de cuivre. Chaque paire était fixée parallèlement à celle qui la précédait, et à une distance correspondante à la largeur des cellules dans la cuve ou auge de porcelaine, leurs arcs rectangulaires étant fixés par une vis à une baguette de bois chauffée au four et bien vernie. Dix ou douze paires de plaques, de 9 à 15 centimètres de diamètre chacune, ainsi disposées, peuvent être con-

venablement plongées toutes à la fois dans le liquide excitant, ou en être retirées de même. Par la réunion d'une suite de ces cuves ou auges, on se procurait une batterie très énergique. Plus récemment, le docteur Wollaston a rendu probable que l'influence de l'appareil voltaïque pour faire brûler, est augmentée en plaçant à l'une et à l'autre des surfaces opposées du zinc, à la distance de 3 à 6 millimètres, une plaque de cuivre. Le pouvoir étonnant d'ignition de ses petites paires de plaques semble au moins justifier cette conclusion.

Pour la solidité de construction et la commodité dans l'emploi, je préfère la caisse ou boîte d'acajou et les paires de plaques soudées de Cruickshanks. On peut enlever aisément des surfaces du zinc, au moyen d'un grattoir ou racloir d'acier de forme convenable, l'oxide qui y est adhérent. Je ne pense pas non plus que cette forme d'appareil soit notablement inférieure, en effet chimique, aux plaques séparées, de même dimension, dans des cellules de porcelaine. Le docteur Hare, de Philadelphie, a dernièrement imaginé une modification ingénieuse à l'appareil de la seule paire, produisant ignition, du docteur Wollaston; et d'après le grand pouvoir d'exciter la chaleur qui résulte de cette modification, ainsi que de sa faible intensité électrique, le docteur Hare a cru devoir donner au nouvel appareil auquel elle donne lieu, le nom de *calorimoteur*. Lorsque les plaques sont très larges, elles doivent être établies sur le plan de la cuve ou auge à porcelaine. C'est ainsi que M. Children construisit sa batterie gigantesque, le plus magnifique appareil voltaïque qui ait jamais été vu. Cet appareil consiste dans vingt paires de plaques de cuivre et zinc, chaque plaque ayant $1^m,829$ de long, sur $0^m,913$ de large. Chaque paire est jointe à chaque bout par des lames ou rubans de plomb, et est placée dans une

cellule en bois séparée. Ces vingt paires de plaques sont suspendues à une poutre ou solive de bois, faisant les fonctions de fléau de balance, ayant des contre-poids, au moyen de quoi on peut facilement enlever les paires de plaques de leurs cellules, ou les y laisser descendre. Le pouvoir de cette batterie fut essayé pour la première fois le 2 juillet 1813. Les cellules furent remplies avec soixante parties d'eau et une partie d'un mélange d'acides nitrique et sulfurique, qui fut par degrés augmenté jusqu'au double de cette quantité d'acide. Des conducteurs de plomb charriaient l'électricité dans un lieu obscur contigu, où se faisaient les expériences. Le pouvoir de la batterie fut prodigieux; il enflamma et fit brûler un fil épais de platine, sur une longueur de $1^{m},829$; mais un fil de platine plus petit ne pouvait être brûlé sur une longueur égale. Cette différence fut ingénieusement attribuée par le docteur Wollaston à l'influence refroidissante de l'air, agissant plus efficacement sur la masse plus déliée de métal. Du platine, dans des longueurs moindres, était fondu avec grande facilité. De l'iridium fut fondu en un globule, et se faisait aisément reconnaître comme étant un métal cassant. De la mine composée d'iridium et d'osmium, fut également fondue, mais non parfaitement. Du charbon, maintenu à la température d'une chaleur blanche dans des gaz chlore et chlore-carboneux, ne produisait sur eux aucun changement; et cette énorme batterie ne put, par aucun moyen quelconque, opérer d'effet sur le tungstène ni sur l'urane.

Dès le commencement de son illustre carrière électro-chimique, sir H. Davy inventa diverses constructions voltaïques, dans lesquelles il n'employait, ou qu'un seul métal ou aucun corps métallique. Parmi les *Nouvelles scientifiques* insérées *Philosophical querto Journal*, mai 1801, on apprend

que ce savant avait formé des piles consistant dans les métaux simples, argent, cuivre, zinc et plomb, et qu'un des arrangemens était une plaque de métal, un morceau de drap trempé dans de l'acide nitrique étendu, un autre morceau de drap trempé dans une dissolution de sulfure de potasse; puis une autre plaque du même métal, et les trois morceaux de drap comme ci-dessus. On ajoute, dans cet article du journal, que si l'on se sert d'une cuve ou auge avec cellules, la séparation entre l'acide et la dissolution de sulfure de potasse peut être établie au moyen d'une plaque de corne au lieu du morceau de drap imbibé d'eau, les deux liquides, l'acide et la dissolution de sulfure, pouvant être réunis par une lanière de drap mouillé, tendue sur le bord supérieur de la plaque de corne. La communication sera ainsi complétement établie sans donner lieu à aucun mélange, parce que l'eau est plus légère qu'aucun des autres liquides. Il fut publié un exposé complet de ces nouveaux et très curieux arrangemens dans les *Philosophical Transactions*, pour l'année ci-dessus 1801, et cet exposé est copié, *Nicholson's Journal*, dans le numéro de décembre.

L'argent ou le cuivre forme, dans la construction ci-dessus, un appareil électrique qui, avec une suite de cinquante plaques, donnera des commotions. Lorsque la construction est celle d'une pile, le drap imprégné de la dissolution la plus dense devrait être placé le plus au-dessous dans chaque alternation, et la dissolution de sel commun dans le milieu.

Les tables qui suivent contiennent quelques suites formant des combinaisons électro-voltaïques, arrangées dans l'ordre de leurs pouvoirs; les substances les plus actives étant nommées les premières dans chaque colonne.

TABLE *dressée par sir H. Davy, de quelques arrangemens électriques, formant, par combinaison, des batteries voltaïques composées de deux conducteurs et d'un conducteur imparfait.*

Zinc. Fer. Etain. Plomb. Cuivre. Argent. Or. Platine. Charbon.	Chacune de ces substances est le pôle positif relativement à tous les métaux placés au-dessous d'elle dans la colonne, et le pôle négatif à l'égard des métaux placés au-dessus.	Dissolution d'acide nitrique. — d'acide hydrochlorique. — d'acide sulfurique. — de sel ammoniac. — de nitre. — d'autres sels neutres

TABLE II. *De quelques arrangemens électriques, consistant dans un conducteur, et deux conducteurs imparfaits.*

Dissolution de soufre et potasse. — de potasse. — de soude.	Cuivre. Argent. Plomb. Etain. Zinc. Autres métaux. Charbon.	Acide nitrique. Acide sulfurique. Acide hydrochlorique. Toute dissolution contenant un acide.

Les métaux ayant pour l'oxigène l'attraction la plus forte, sont ceux qui forment le pôle positif dans tous les cas où le liquide menstrue agit chimiquement en fournissant l'oxigène; mais lorsque le liquide menstrue cède du soufre aux métaux, le métal qui a la plus forte attraction pour le soufre, dans les mêmes circonstances d'oxidation, détermine le pôle positif. Si donc, dans une suite de cuivre et fer, introduite dans une cuve ou auge de porcelaine, les cellules sont remplies avec de l'eau ou avec des dissolutions acides, le

fer est positif et le cuivre négatif; mais lorsque les cellules sont remplies avec des dissolutions de soufre et de potasse, le cuivre est positif et le fer négatif.

Dans toutes combinaisons contenant un métal, la surface opposée à l'acide est négative, tandis que celle en contact avec la dissolution d'alcali et soufre, ou d'alcali, est positive.

Tous ceux qui savent apprécier le mérite de recherches philosophiques, doivent considérer avec admiration cette loi importante, découverte par sir H. Davy. Elle promet de nous faire pénétrer plus avant dans les mystères de l'action électro-chimique, qu'aucun principe général jusqu'à présent établi. Elle présente une autre belle analogie entre l'électricité et la chaleur; car comme le dégagement de la chaleur est toujours proportionnel à l'intensité de combinaison chimique, de même aussi, dans le cas présent, on voit que l'action chimique plus intense se lie au dégagement d'électricité positive, tandis que cette action plus faible est associée avec l'électricité négative. L'électricité positive, si l'on en juge par l'apparence de sa lumière, est la plus active des deux, et l'on sait que cette électricité provoque les plus intenses combinaisons de corps; savoir, celles avec le chlore, l'iode et l'oxigène.

La divergence des feuilles dans l'électroscope à feuilles d'or, et, plus exactement, la séparation de la balle et du disque dans l'électromètre de Coulomb, sont proportionnelles à la force qui repousse, ou à l'intensité de l'agent électrique. Il s'ensuit que la répétition ou l'augmentation du nombre dans une suite de plaques voltaïques d'une dimension médiocre, indique la même énergie de répulsion dans les piles composées de ces plaques, que dans celles formées d'une suite de plaques de beaucoup plus grande dimension. Quant aux conducteurs imparfaits, tels que le corps humain, ou

les dissolutions neutro-salines, les effets, savoir, la commotion ou le transport des élémens, sont aussi proportionnels à l'intensité électrique ou aux indications électroscopiques. Pour obtenir ces effets il n'est pas nécessaire d'agrandir les plaques au-delà d'une certaine dimension, qui est relative au pouvoir conducteur des substances à travers lesquelles on a à transmettre l'énergie électrique, mais avec d'excellens conducteurs, tels que le charbon et les métaux, c'est la *quantité* d'électricité, et non son état de *condensation* qu'il faut considérer. L'intensité est essentielle pour donner le pouvoir de communiquer les polarités électriques à une suite de molécules liquides matérielles, ou pour les forcer à se frayer une route, s'il est possible de s'exprimer ainsi, à travers la structure animale; mais la même intensité est tout-à-fait superflue relativement aux objets métalliques. Pour opérer des changemens sur ces corps, il s'agit de favoriser le dégagement d'une grande masse de puissance électrique, en faisant usage de plaques d'une surface étendue.

Pour offrir la preuve de la justesse de cette manière de voir, soient deux batteries mises en action par le même liquide excitant, l'une formée de 20 paires de plaques nettes de 25 millimètres, et l'autre de 20 paires de plaques de 25 centimètres. En exposant une petite colonne d'eau dans un tube de verre, d'abord à l'une des batteries, et ensuite à l'autre, ou en réunissant avec les deux mains, d'abord les deux extrémités de l'une, et ensuite celles de l'autre, on éprouvera que le dégagement de gaz ou la commotion est à peu près égale. Si, pendant que la plus grande batterie est en action sur l'eau ou sur le corps humain, on fait toucher entre eux deux petits cylindres de charbon, joints aux extrémités de la cuve ou auge au moyen de fils métalliques, l'excès électrique suffira pour produire une vive ignition aux points

de contact. On peut substituer une feuille d'argent au charbon, et un effet semblable aura lieu. La petite batterie cependant épuise son énergie sur la colonne d'eau. Etant ainsi employée, elle fera à peine éprouver quelque sensation aux doigts, et elle ne produit aucun effet sur le charbon ou la feuille d'argent. La batterie même de M. Children, qui, après avoir fait brûler de grandes longueurs de fil de platine avec un éclat de blancheur insupportable à l'œil, le fondait en globules, et qui faisait émettre du charbon une lumière plus éblouissante que le rayon solaire, ne produisait pas plus d'effet sur l'eau ou sur le corps vivant qu'une suite égale de petites plaques.

Comme la batterie de M. Children, composée de 2000 paires d'environ 81 centimètres chaque, établie par souscription d'un petit nombre de protecteurs de la science, qui se sont réunis à l'Institution Royale de Londres, est la plus puissante du monde en *effet calorifique*, c'est encore la plus puissante en *intensité électro-chimique* qui ait été construite. Sa surface totale est d'environ 83 mètres carrés.

Cette batterie, lorsque les cellules étaient remplies avec 60 parties d'eau mêlée avec une partie d'acide nitrique et une partie d'acide sulfurique, fournissait une suite d'effets brillans et causant la plus grande impression. Lorsque deux morceaux de charbon, d'environ 25 millimètres de long et 4 à 5 millimètres de diamètre, étaient placés à une distance de 6 à 8 dix-millimètres l'un de l'autre, il se produisait une étincelle brillante, et le charbon était mis à l'état d'ignition au blanc sur plus de la moitié de son volume; et en éloignant un peu les pointes l'une de l'autre, il s'établissait une décharge continuelle au travers de l'air échauffé dans un espace égal à au moins 1 décimètre, produisant un arc ascendant de lumière des plus brillans,

étendu et conique dans le milieu. Lorsqu'une substance quelconque était introduite dans cet arc, elle était à l'instant rendue rouge de feu.

Le platine se fondait dans cet arc comme la cire dans la flamme d'une bougie ordinaire. Le quartz, le saphir, la magnésie, la chaux, tous ces corps entraient en fusion. Des fragmens de diamant et des pointes de charbon et de plombagine disparaissaient promptement, et semblaient s'y évaporer, lors même que la communication était établie dans un récipient de la machine pneumatique vidé d'air; mais il n'y avait pas évidence qu'ils eussent préalablement éprouvé la fusion.

Lorsque la communication entre les pointes positivement et négativement électrisées était établie dans l'air raréfié dans le récipient de la machine pneumatique, la distance à laquelle la décharge avait lieu augmentait en raison de ce que le vide s'opérait; et lorsque l'atmosphère, dans le vaisseau, ne supportait plus que 25 millimètres de mercure dans la jauge barométrique, les étincelles traversaient un espace de près de 13 millimètres. En éloignant les pointes l'une de l'autre, la décharge avait lieu à travers une distance de 15 à 18 centimètres, en produisant la plus belle ruscation de lumière pourpre; le charbon devenait d'une ignition intense, et du fil de platine attaché à ce charbon se fondait avec scintillations brillantes, et tombait en gros globules sur le plateau de la machine. Tous les phénomènes de décomposition chimique se produisaient ainsi avec une très grande rapidité. Lorsque les pointes de charbon étaient rapprochées l'une de l'autre dans des liquides non conducteurs; tels que des huiles, des éthers, et des composés de chlore, il se manifestait des étincelles brillantes, et il se produisait un dégagement de matière élastique. L'intensité électrique était en effet telle, qu'il y avait production d'étincelles, même dans de bons con-

ducteurs imparfaits, tels que les acides nitrique et sulfurique.

Lorsque les deux conducteurs, partant des extrémités de la combinaison, étaient mis en communication avec une bouteille de Leyde, l'un avec sa garniture intérieure, l'autre avec sa garniture extérieure, la batterie devenait à l'instant chargée; et en retirant le fil, et formant les jonctions convenables, on pouvait apercevoir une étincelle ou éprouver une commotion. Il suffisait du moindre temps possible de contact pour renouveler la charge dans toute son intensité.

Les faits généraux de la connexité de l'augmentation des différens pouvoirs de la batterie électrique avec l'augmentation du nombre et de la surface des suites, sont très distincts; mais déterminer le rapport exact de la connexité, c'est un problème dont la solution n'est pas facile.

MM. Gay-Lussac et Thenard annonçaient que le pouvoir de décomposition chimique augmente seulement comme la racine cube du nombre de plaques; mais leurs expériences avaient lieu avec des parties de piles, ce qui, dit sir H. Davy, les rendait très défavorables pour obtenir des résultats exacts. Dans les divers essais qu'il fit avec beaucoup de soin dans le laboratoire de l'Institution royale, les résultats furent tout-à-fait différens.

Les batteries dont se servait sir H. Davy pour ces expériences, faisaient partie de la grande combinaison dont il a été ci-devant parlé; elles étaient complétement isolées et chargées d'une manière semblable. Il y faisait aussi emploi d'arcs de zinc et d'argent présentant des surfaces égales, arrangés dans des verres égaux, et remplis de la même espèce de liquide; et il remplissait des tubes absolument semblables avec la même dissolution de potasse. Dans ces expériences, 10 paires de plaques produisaient 15 mesures de gaz; et 20 paires en fournissaient dans le même temps 49; dans

d'autres, 10 paires produisaient 5 mesures, 40 paires en donnaient dans le même temps 78. Dans des expériences faites avec des arcs, et qui ne paraissaient susceptibles d'aucune objection,

	4 paires produisaient	1 mesure de gaz,
	12 paires dans le même temps. . . .	9 $\frac{7}{16}$.
Lorsque	6 produisaient. . . .	1
	30 produisaient. . . .	24,5.

Or, ces quantités sont à peu près comme les carrés du nombre de paires.

Dans les batteries dont les plaques avaient des aires égales, le pouvoir calorifique était, ainsi qu'il a été dit, comme le nombre de ces plaques. Cependant sir H. Davy trouva que la surface de chaque plaque étant de 6 décimètres carrés,

10 paires mettaient en ignition 5 centimètres environ de fil de platine de 3 dix-millimètres de diamètre.

20 paires produisaient le même effet sur 25 centimètres du même fil.

40 paires, sur 55 centimètres *idem*.

Les résultats d'expériences sur des nombres plus élevés ne furent pas satisfaisans; car 100 paires, chacune de 2 décimètres carrés de surface, mirent à l'état d'ignition 7 centimètres d'un fil de platine de 4 dix-millimètres de diamètre; et 1000 paires ne produisirent cet effet que sur 3 décimètres seulement. Les charges de l'acide excitant furent semblables dans l'un et l'autre de ces cas.

Le rapport entre l'augmentation de pouvoir calorifique et l'augmentation de surface de plaques est probablement plus grand même que le carré; car 20 paires de plaques, ayant chacune près de 19 décimètres carrés de surface, n'enflammèrent pas un seizième autant de fils que 20 paires contenant chacune 74 décimètres carrés, l'acide employé étant de la même force dans les deux cas;

mais, mis dans des expériences sur des batteries d'une grande étendue et d'un pouvoir énergique, il se présente de grandes difficultés pour en assurer l'exactitude.

Dans la grande leçon bakérienne de sir H. Davy, sur les actions de l'électricité, publiée *Phil. Trans.* pour 1807, et qui lui mérita le prix institué sur ce sujet par Bonaparte, que lui décerna l'Institut national de France, ce savant démontra amplement que les acides, qui sont négativement électriques relativement aux alcalis, aux métaux et aux terres, sont séparés de ces corps dans le circuit voltaïque au pôle positif, et que les alcalis, les métaux et les terres sont séparés des acides à la surface négative. Il fit voir en outre que les pouvoirs attractifs de ces surfaces sont tels, que les acides sont transportés à travers des dissolutions alcalines, et les alcalis, à travers des dissolutions acides, aux pôles où ils ont leurs points de repos. Ce phénomène était rendu sensible au moyen de trois coupes d'agate, contenant, l'une du sulfate de potasse, l'autre de l'acide nitrique faible, et la troisième de l'eau distillée. Ces trois coupes, réunies par de l'asbeste humectée d'eau pure, étaient disposées, dans leur arrangement respectif, de manière que la surface de l'acide était plus basse que celle du liquide dans les deux autres coupes. Lorsqu'on introduisit deux fils de platine, tenant à un appareil voltaïque puissant, dans les deux coupes extrêmes, la dissolution du sulfate de potasse étant électrisée positivement, une décomposition eut lieu; et, au bout d'un certain temps, une portion de potasse fut trouvée dissoute dans la coupe en contact avec le fil négatif, quoique la liqueur, dans le milieu de la coupe, fût encore sensiblement acide.

Telle est la puissance chimico-analytique d'électricité, que même les composés insolubles ne sont pas capables de résister à son énergie; car,

même le verre, le sulfate de baryte, le spath fluor, le gypse, le marbre, etc., étant humectés et placés en contact avec les surfaces rendues électriques par un appareil voltaïque, en éprouvent une action sensible; et la matière alcaline, terreuse ou acide, est lentement transportée aux pôles dans l'ordre ordinaire. L'agrégation la plus solide, les corps dont la composition est la plus ferme, sont forcés de céder à ce mode d'attaque. Cette puissance agit lentement; mais les résultats sont certains, et son effet est de résoudre plus tôt ou plus tardivement les corps en formes plus simples de matière.

Jusqu'à l'époque où sir H. Davy eut établi la grande loi de décomposition électro-chimique, que les métaux, les corps inflammables, les terres et les oxides sont déterminés à se porter à la surface négative ou pôle négatif, et l'oxigène, le chlore, l'iode et les acides au pôle positif, on s'était imaginé que l'eau pure pouvait donner naissance, par le moyen de l'électricité, à diverses substances, telles que la potasse, la soude et l'acide hydrochlorique. Une investigation rigoureuse des circonstances sous l'influence desquelles ces substances manifestaient leur présence, le porta à découvrir qu'elles étaient toujours fournies par les vaisseaux ou par les impuretés dans l'eau, et cette recherche le mit en état de déterminer les principes généraux de décomposition électrique, et d'appliquer cette puissance à la résolution en leurs élémens de plusieurs espèces de corps dont la nature était inconnue, savoir, les alcalis, les terres, les acides borique et hydrochlorique, etc.

La relation intime entre les changemens électriques et chimiques est évidemment la même dans les phénomènes généraux de la batterie. Les combinaisons voltaïques les plus puissantes sont formées par des substances qui agissent chimiquement et avec le plus d'énergie les unes sur les

autres. Celles de ces substances qui n'éprouvent pas de changemens chimiques dans ces combinaisons, ne manifestent point de pouvoirs électriques. C'est ainsi que le zinc, le cuivre et l'acide nitrique forment une batterie puissante ; tandis que l'argent, l'or et l'eau, corps qui n'ont point d'action chimique l'un sur l'autre, ne produisent pas d'effet sensible dans des suites du même nombre. Ces circonstances induisirent à croire, dans l'enfance de la recherche galvanique, que les phénomènes électriques étaient entièrement les résultats de changemens chimiques ; et que de même que la chaleur était produite par action chimique dans des circonstances ordinaires, de même aussi l'électricité résultait de la chaleur dans d'autres circonstances.

Cette généralisation cependant semble être inexacte. Le zinc et le cuivre, différens métaux et l'acide oxalique, différens métaux et le soufre ou charbon, manifestent des effets électriques après un simple contact, et cela dans des cas où le plus léger changement chimique ne se fait pas observer. A la vérité si, dans ces expériences, les phénomènes chimiques sont produits par l'action de menstrues, tous les effets électriques cessent aussitôt.

La source d'action de l'appareil voltaïque semble avoir une origine semblable aux causes qui produisent l'accumulation dans la bouteille de Leyde, c'est-à-dire l'influence à distance ou induction électrique, dont il a été amplement traité au commencement de cet article ; mais son action continue comme dans l'appareil électromoteur, se lie à la décomposition des menstrues chimiques entre les plaques. Dans la première place, chaque plaque de zinc est rendue positive, et chaque plaque de cuivre négative par contact ; et toutes les plaques sont arrangées entre elles dans un ordre relatif tel, qu'elles ont leurs électricités exaltées par in-

duction, de manière que chaque arrangement polaire simple rehausse l'électricité de chaque autre arrangement polaire; et il s'ensuit que l'accumulation de pouvoir ou l'intensité doit s'accroître avec le nombre des suites. Lorsque la batterie est réunie dans un circuit, les effets sont démontrés par sa continuelle manifestation d'actions chimiques, et les pouvoirs existent pendant aussi long-temps qu'il y a une menstrue quelconque à décomposer. Mais, lorsque la batterie est isolée, et que les pôles extrêmes de zinc et de cuivre ne sont pas réunis, on n'aperçoit plus aucun effet quelconque se produire, aucun changement chimique avoir lieu, et la batterie ne manifeste plus son influence qu'en communiquant de très faibles charges à l'électromètre, le zinc qui termine le pôle donnant une charge positive, et le cuivre terminant l'autre pôle une charge négative.

Une belle expérience de sir H. Davy prouve que chaque plaque du métal le plus oxidable dans l'appareil est dans le rapport de l'électricité positive, et chaque plaque du métal le moins oxidable dans le rapport de l'électricité négative, tandis que chaque suite jouit d'une polarité semblable et égale. Quarante verges ou baguettes de zinc, de la même dimension, réunies avec quarante fils d'argent exactement semblables, furent introduites, suivant l'ordre régulier, dans quarante verres également semblables, remplis avec une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque rendue légèrement acidulée par de l'acide hydrochlorique. Pendant tout aussi long-temps que les parties extrêmes restaient sans être réunies, il ne se dégageait pas de gaz de l'argent, et le zinc était à peine attaqué. Lorsque les extrémités étaient réunies, les plaques de zinc étaient toutes beaucoup plus rapidement dissoutes, et il se dégageait du gaz hydrogène de chaque plaque d'argent. Dans une autre expérience où plusieurs de ces fils, à égales distances, furent introduits

dans de petits tubes de verre, on reconnut qu'il se produisait des quantités égales de gaz hydrogène.

Il n'y a d'autres liquides connus que ceux contenant de l'eau, qui puissent servir de milieu de connexion entre les métaux, ou un métal de l'appareil voltaïque; et il est probable que le pouvoir de l'eau pour recevoir de doubles polarités, et pour dégager l'oxigène et l'hydrogène, est nécessaire à l'action constante de l'appareil réuni. On peut supposer aussi que des acides ou des corps salins augmentent l'action en fournissant des élémens qui ont des électricités opposées entre elles, lorsqu'elles sont réciproquement excitées. L'action des menstrues chimiques expose continuellement de nouvelles surfaces de métal; et l'on peut concevoir que l'équilibre électrique a lieu en conséquence de ce qu'il est alternativement détruit et rétabli; les changemens s'effectuent dans des portions imperceptibles de temps.

On peut faire voir, par une expérience très simple, de quelle manière les fluides aqueux propagent la polarité électrique. Après avoir coupé des filamens étroits d'étain en feuille en longueurs de près d'un centimètre, placez-les en ligne sur la surface d'une cuve oblongue d'eau. En plongeant dans l'eau, à chaque extrémité, des fils réunis avec les deux extrémités d'une batterie voltaïque active, les filamens métalliques acquerront aussitôt de la polarité, leurs pôles positif et négatif deviendront régulièrement opposés l'un à l'autre, le premier déposant de l'oxide, et l'autre dégageant de l'hydrogène. Ici, l'analogie avec les actions magnétiques est complète.

La relation entre la décomposition des agens chimiques et les énergies de la pile est évidente, d'après toutes les expériences qui ont été faites à ce sujet. Il n'a point été formé d'objection solide à la théorie, que le contact des métaux détruit l'équilibre électrique, et que les changemens chimiques

le rétablissent, et que, par conséquent, l'action existe aussi long-temps que les décompositions continuent.

Volta donna le nom d'*appareil électromoteur* à son admirable invention, en établissant sa théorie de l'action de cet appareil d'après les idées de Franklin sur le fluide électrique, pour lequel certains corps ont des attractions plus fortes que d'autres. Il concevait que, dans sa pile, la plaque supérieure de zinc attire l'électricité du cuivre, et le cuivre, de l'eau. L'eau l'attirait à son tour de la plaque de zinc venant immédiatement après, cette plaque de zinc de la plaque de cuivre voisine, et ainsi de suite.

Cette hypothèse s'applique heureusement à la plupart des phénomènes de l'action de la pile isolée et de la pile réunie, soit par ses extrémités, soit avec le sol : mais elle n'explique pas avec la même facilité les pouvoirs de l'appareil réuni en un circuit, dans lequel on peut supposer que chaque plaque de zinc a la même quantité d'électricité que chaque plaque de cuivre; car le zinc ne peut recevoir, ainsi que sir H. Davy l'observe avec raison, qu'autant que le cuivre peut donner, à moins, en effet, que l'on ne considère les phénomènes de l'appareil circulaire comme dépendans de la circulation continuelle et rapide de la quantité naturelle d'électricité dans les différentes suites; ce qui exige la preuve qu'il existe un pouvoir constant d'attirer l'électricité d'un corps, en même temps qu'elle est transmise à un autre. Mais les recherches de Coulomb et de M. Poisson, dont on a déjà présenté le détail, démontrent pleinement que l'électricité n'est pas distribuée, parmi les différentes espèces de matière, en vertu d'aucune sorte quelconque d'attraction élective.

Le platine se fond avec plus de facilité au pôle positif qu'au pôle négatif, lorsqu'il est réuni avec du charbon; mais, avec l'acide sulfurique, il de-

vient seulement rouge de feu, lorsqu'il est négatif et l'acide positif. Dans l'effet calorifique en général, c'est le charbon qui est le plus facilement mis à l'état d'ignition; viennent ensuite le fer, le platine, l'or, puis le cuivre, et finalement le zinc.

§. IV. MAGNÉTISME.

On désigne par le nom de *fluide magnétique*, la cause qui donne à un aimant soit naturel, soit artificiel, la propriété de se diriger, d'un côté, vers le pôle nord, et de l'autre vers le pôle sud; de s'incliner vers le premier de ces pôles dans l'hémisphère boréal, et vers le second dans l'hémisphère austral, et de ne pencher d'aucun côté dans certains lieux qui forment ce qu'on appelle l'*équateur magnétique;* d'attirer, par sa partie tournée vers le nord, la partie d'un autre aimant tournée vers le midi, et de repousser, au contraire, la partie sud de cet aimant; mais l'examen de ces propriétés, quel que soit le grand intérêt qu'elles présentent, appartenant tout entier à la physique, nous nous bornerons ici à parler de la découverte de M. J. Chr. Œrsted, professeur de physique à l'université de Copenhague. Ce savant physicien annonça pour la première fois, en 1820, que l'aiguille aimantée changeait de direction par l'influence de l'appareil voltaïque; que cet effet avait lieu lorsque le circuit était formé, et non lorsqu'il était interrompu.

M. Ampère, membre de l'Académie des Sciences de l'Institut, s'empressa de s'occuper de diverses expériences à ce sujet, dans la seule vue, d'abord, de compléter le travail du professeur danois; mais bientôt il découvrit lui-même qu'une autre portion du circuit voltaïque exerçait, sans la présence d'aucun aimant, une autre sorte d'action sur le fil métallique au moyen duquel ce circuit est établi. La connaissance de ce fait conduisit M. Ampère à

plusieurs autres observations, dont il donna successivement communication à l'Académie des Sciences, ainsi que des conséquences qu'il en déduisit, et dont le but général est d'établir l'identité de l'électricité et du magnétisme.

LIVRE SECOND.

ÉLÉMENS PONDÉRABLES.

Ces corps que l'on n'a pu décomposer jusqu'à présent et que l'on considère en conséquence comme les élémens pondérables et les agens nécessaires, quoique plus ou moins énergiques, de toute combinaison chimique, sont au nombre de 52. Nous les rangerons en deux classes dont la première comprendra les *Élémens non métalliques*, et la seconde les *Élémens métalliques*.

La première classe renferme 10 élémens, que nous rangerons dans l'ordre de leur prééminence énergique, en les subdivisant ainsi :

1. Oxigène. 2. Chlore. 3. Iode. 4. Fluor.	4 élémens agens d'une énergie particulière et supérieure à celle de tous les autres élémens.
5. Hydrogène. 6. Azote.	2 élémens gazeux moins énergiques que les préc.
7. Carbone. 8. Bore.	2 élémens solides, fixes et infusibles.
9. Soufre. 10. Phosphore.	2 élémens solides, volatils et fusibles.

La deuxième classe renferme 42 élémens, que nous rangerons dans l'ordre de leur prééminence métallique, en les subdivisant ainsi :

1. Platine. 2. Or. 3. Argent. 4. Palladium. 5. Mercure. 6. Cuivre. 7. Fer. 8. Étain. 9. Plomb. 10. Nickel. 11. Cadmium. 12. Zinc. 13. Bismuth. 14. Antimoine. 15. Manganèse. 16. Cobalt.	16 élémens métalliques produisant des oxides qui sont des bases salifiables neutres.
17. Tellure. 18. Arsenic. 19. Chrôme. 20. Molybdène. 21. Tungstène. 22. Columbium. 23. Sélénium.	7 élémens métalliques susceptibles d'être acidifiés en s'unissant avec l'oxigène.
24. Osmium. 25. Rhodium. 26. Iridium. 27. Urane. 28. Titane. 29. Cérium.	6 élémens métalliques produisant des oxides peu connus jusqu'à présent.

30. Potassium. 31. Sodium. 32. Lithium. 33. Calcium. 34. Barium. 35. Strontium. 36. Magnésium. 37. Yttrium. 38. Glucinium. 39. Aluminium. 40. Thorinium. 41. Zirconium. 42. Silicium.	13 élémens métalliques formant, avec l'oxigène, les bases alcalines et terreuses.

§. I. — OXIGÈNE, CHLORE, IODE, FLUOR.

1. *Oxigène.* — Ce gaz fut découvert pour la première fois en 1774, par Priestley, qui lui reconnut les propriétés de rendre la combustion plus active et d'être le soutien de la vie. Ce même gaz fut obtenu en 1775, par Schèele, et presque à la même époque par Lavoisier, qui le nomma *oxigène.*

Préparation. — On met de l'oxide noir (*peroxide*) de manganèse dans une cornue de terre; et après avoir ajusté et luté à son col un tube dont le bout puisse plonger dans la cuve hydropneumatique et se relever sous un flacon plein d'eau, on place la cornue dans un fourneau et on la chauffe au rouge-blanc. A cette température, le peroxide de manganèse est décomposé et abandonne une partie de son oxigène. L'air contenu dans la cornue se dégage d'abord; puis l'oxigène, que l'on obtient très pur en ayant soin de ne placer au-dessus du tube dont il se dégage, le flacon plein d'eau destiné à le recueillir, que lorsque le dégagement des bulles mêlées d'air a déjà eu lieu pendant quelque temps.

Le gaz, spécifiquement plus léger que l'eau,

s'élève à la partie supérieure du flacon, et y remplace successivement l'eau qui en sort par sa partie inférieure.

Propriétés. — Le gaz oxigène est incolore et invisible comme l'air, dont il forme environ la quatrième partie. Il n'a aucune saveur sensible, et, lorsqu'il est pur, il n'a pas d'odeur.

L'oxigène est essentiel au soutien de la vie; un animal y vit considérablement plus long-temps que dans l'air atmosphérique; mais la respiration devient gênée et laborieuse avant que tout l'oxigène soit consumé, et il meurt, quoiqu'un nouvel animal de la même espèce puisse encore se maintenir en vie, pendant un certain temps, dans l'air résidu.

La combustion est puissamment entretenue par le gaz oxigène. Toute substance inflammable quelconque, préalablement allumée, introduite dans ce gaz, y brûle rapidement et avec vivacité. Si l'on introduit, dans une cloche remplie de gaz oxigène, un fil de fer ou de cuivre, ayant un morceau d'amadou allumé fixé à son extrémité, ce fil brûlera avec une vive lumière, en lançant et laissant tomber un grand nombre d'étincelles.

2. *Chlore.* — Ce gaz fut découvert en 1774 par Schèele qui le considéra comme un composé. Ce ne fut qu'en 1811 que les savantes recherches de MM. Gay-Lussac et Thenard, établirent que ce gaz était un corps simple; et les travaux de sir H. Davy ne laissèrent plus aucun doute sur cet élément, qui fut alors nommé *chlore.*

Préparation. — On met du peroxide de manganèse dans une petite cornue de verre, on y ajoute de l'acide hydrochlorique, en quantité suffisante pour qu'il en puisse résulter un mélange à l'état de pâte; et après avoir ajusté et luté au col de la cornue un tube dont le bout puisse plonger dans la cuve hydropneumatique et se relever sous un flacon plein d'eau, on chauffe très doucement la

cornue à l'aide d'une lampe. A cette faible température, l'acide hydrochlorique est décomposé, et il laisse dégager du chlore.

L'air contenu dans la cornue se dégage d'abord; puis le chlore, que l'on obtient très pur en ayant soin de ne commencer à le recueillir que lorsque le dégagement des bulles mêlées d'air a déjà eu lieu pendant quelque temps.

Propriétés. — Le chlore est d'une couleur jaune verdâtre qui se reconnaît aisément à la lumière du jour, quoiqu'on puisse à peine le distinguer à la lumière des bougies. Il a une odeur et une saveur fortes, et tellement caractérisées, qu'il est impossible de ne pas les distinguer de l'odeur et de la saveur de tout autre gaz.

Lorsqu'on respire du chlore, quoique beaucoup étendu dans l'air, il cause un sentiment de strangulation, resserre la poitrine et produit un véritable rhume de cerveau. Respiré en plus grande quantité, il excite une toux violente avec crachement de sang, et il détruit promptement la vie au milieu de douleurs très vives.

Si un animal est plongé dans une atmosphère de chlore, de manière à être forcé de respirer ce gaz à l'état de pureté, il périt instantanément.

Lorsqu'on expose à l'action du chlore une couleur bleue végétale quelconque, cette couleur est immédiatement détruite et elle ne peut plus être rétablie par aucun moyen que ce soit. Le chlore a la propriété de blanchir les corps colorés; Schèele observa le premier cette propriété de blanchir, Berthollet en fit l'application à l'art du blanchîment en France, et d'après lui, M. Watt introduisit ce mode de blanchîment en Angleterre.

Le chlore est l'agent le plus puissant à employer pour la destruction des miasmes pestilentiels. C'est ce gaz qui se dégage des appareils désinfecteurs de Guyton Morveau.

La flamme de bougies qu'on introduit dans le

chlore, pâlit d'abord, rougit et ensuite disparaît.

Le chlore soumis à une excessive chaleur n'éprouve aucune altération. On connaît quatre combinaisons définies du chlore et de l'oxigène; deux oxides et deux acides.

3. *Iode.* — L'iode n'a encore été trouvé que dans les eaux mères de la soude de varec. Cette substance fut découverte en 1813 par M. Courtois, salpêtrier à Paris; mais c'est à M. Gay-Lussac qu'on doit la connaissance de la plupart de ses propriétés. Il en a en effet écrit, d'après ses expériences, l'histoire presque complète; et c'est lui qui a prouvé le premier que ce nouveau corps avait une grande analogie avec le chlore, et pouvait être regardé comme simple.

Préparation. — On peut se procurer l'iode par le procédé suivant, qui est celui que proposa le premier le docteur Wollaston. On met en digestion dans l'eau de la soude de varec réduite en poudre, et on l'y laisse jusqu'à ce que l'eau se soit chargée de tout ce qu'elle contenait de soluble; on filtre ensuite la dissolution, et on l'évapore jusqu'à ce que tous les cristaux d'hydrochlorate de soude qu'elle peut fournir en aient été séparés. On mêle alors l'eau mère avec de l'acide sulfurique; et après avoir fait bouillir pendant quelque temps ce mélange, on l'introduit dans une cornue de verre, en y ajoutant autant de peroxide de manganèse qu'on avait mis d'acide sulfurique dans le mélange; on chauffe ensuite doucement la cornue, à laquelle aura été adaptée une allonge, et à celle-ci un ballon; il s'élève aussitôt une vapeur d'une belle couleur violette, qui se condense dans l'allonge et dans le récipient en une matière noire brillante : cette substance est l'*iode*. Au lieu d'une dissolution de soude de varec, on peut employer des résidus de lessive des savonniers, lorsqu'on s'est servi de cette espèce de soude pour la fabrication du savon.

Propriétés. — L'iode à l'état solide est, suivant M. Gay-Lussac, d'un gris noir; mais sa vapeur est d'un très beau violet, couleur qui a fait proposer à M. Gay-Lussac de lui donner le nom qu'il porte. Son odeur est exactement celle du chlore affaiblie; il se présente souvent en paillettes semblables à celles du fer micacé, quelquefois en lames rhomboïdales très larges et très brillantes. M. Gay-Lussac dit l'avoir obtenu en octaèdres allongés d'environ un centimètre de longueur. Sa cassure, quand il est en masse, est lamelleuse et a un aspect gras; il est très tendre et très friable, et on ne peut le porphyriser : sa saveur est très âcre, quoique sa solubilité soit extrêmement faible; il tache profondément la peau en un jaune brun très foncé; mais cette couleur se dissipe peu à peu. Comme le chlore, il détruit les couleurs bleues végétales, quoique avec beaucoup moins d'intensité; l'eau en dissout environ un septmillième de son poids, et se colore en jaune-orange. L'iode se fond à 107 degrés centigrades, et se volatilise sous la pression de 76 centimètres de mercure à 175 ou 180 degrés centigrades, d'après le résultat de deux expériences faites à cet effet dans deux circonstances différentes. A la chaleur de 100°, la vapeur de l'iode se mêle à la vapeur de l'eau en quantité aussi considérable dans des espaces égaux que dans le vide, et elle est entraînée dans les récipiens, où elle se condense. On pourrait même distiller l'iode à une température plus basse. L'iode ne paraît pas conduire le fluide électrique. M. Gay-Lussac annonce en avoir mis un très petit fragment dans une chaîne galvanique, et la décomposition de l'eau s'est arrêtée à l'instant.

4. *Fluor.* — On n'a pu obtenir encore cet élément qui semble avoir la propriété de se combiner avec tous les corps qu'on peut employer comme vaisseaux. Son existence cependant repose sur plu-

sieurs faits parmi lesquels nous citerons le suivant :

Lorsqu'on soumet l'acide fluorique à l'action du galvanisme, cet acide est décomposé, le gaz hydrogène se dégage au fil négatif, et le fil positif, s'il est de platine, se recouvre d'une poussière couleur chocolat. L'acide hydrochlorique traité de cette manière, est décomposé; son hydrogène se porte au fil négatif et son chlore au fil positif. Nest-il pas probable alors que la poussière chocolat est un composé de fluor de platine ?

§. II. — HYDROGÈNE, AZOTE.

5. *Hydrogène.* — Ce gaz, qui se dégage quelquefois en quantité considérable de la surface de la terre dans les mines, avait accidentellement attiré l'attention et la curiosité de plusieurs savans, vers le commencement du dix-huitième siècle; mais c'est bien réellement à Cavendish, qui l'examina le premier et qui s'assura, en 1777, du plus grand nombre de ses propriétés, qu'on doit attribuer la découverte de cet élément, le plus léger jusqu'à présent, de tous les corps pondérables connus.

Préparation. — Après avoir mis dans une fiole à laquelle est adapté un tube recourbé et muni d'un bouchon de liége, ou dans une cornue, du zinc en grenaille, on verse dessus de l'acide sulfurique étendu de cinq fois son volume d'eau; il se manifeste une vive effervescence, produite par la décomposition de l'eau et le dégagement d'hydrogène, qui peut être recueilli dans la cuve hydropneumatique. Lorsque ce gaz doit servir à des recherches qui exigent une très grande exactitude, il doit être reçu dans des cloches sur le mercure, et soumis à l'action du chlorure de chaux et à une basse température; il est ainsi dépouillé d'eau hygrométrique. On peut aussi se procurer le gaz hydrogène en grande quantité et très pur, en

faisant passer de l'eau en vapeur à travers un tube de fer rougi au feu.

Propriétés. — Le gaz hydrogène est incolore et jouissant de toutes les propriétés physiques de l'air. Il a ordinairement, lorsqu'il est obtenu au moyen du zinc, une légère odeur d'ail, due probablement à des particules arsénicales de ce métal; il est dépourvu d'odeur lorsqu'il est produit par de l'eau transmise sur du fer pur à l'état d'ignition.

Le gaz hydrogène étant un corps simple ne peut être dilaté que par le calorique. C'est de tous les gaz celui qui réfracte le plus la lumière. Il ne se combine point avec le gaz oxigène à la température ordinaire; il paraît même qu'à cette température les deux gaz peuvent rester mêlés pendant un temps indéfini sans agir l'un sur l'autre; ce n'est qu'à une chaleur rouge ou presque rouge qu'ils s'unissent. Leur combinaison a toujours lieu dans le rapport de deux d'hydrogène et de un d'oxigène, en volume, ou, ce qui est la même chose, d'après leur pesanteur spécifique, dans le rapport de 11,71 d'hydrogène à 88,29 d'oxigène, en poids.

Le gaz hydrogène est éminemment combustible; il brûle, s'il est pur, avec une flamme d'un blanc jaunâtre; mais s'il est accidentellement avec quelque mélange, sa flamme a souvent une teinte rougeâtre. Si, en tenant dans une position perpendiculaire, le fond en haut, une cloche étroite remplie d'hydrogène, on y introduit subitement une bougie allumée, cette bougie s'éteindra; mais le gaz brûlera à la surface de la cloche en contact avec l'air. Ce gaz fait aussi promptement mourir les animaux qui le respirent; et cette mort de l'animal n'est occasionnée que parce qu'il est privé d'oxigène.

L'hydrogène est le plus léger des corps gazeux connus jusqu'à présent; un décimètre cube de ce

gaz à zéro, et sous la pression barométrique de 76 centimètres de mercure, pèse 0,07321, ainsi que l'ont établi MM. Biot et Arago.

Le gaz hydrogène n'est pas sensiblement absorbé par l'eau, lors même qu'on le laisse pendant quelque temps en contact avec ce liquide. Lorsque l'eau a été dépouillée par l'ébullition de tout l'air qu'elle contenait, un décimètre cube de cette eau, à la température de 16 degrés centigrades, absorbe 16 centimètres cubes de gaz hydrogène.

Si l'on mêle ensemble dans leur état de pureté du gaz oxigène et du gaz hydrogène, les gaz ne sont point altérés par leur mélange; mais si on les met en contact avec une bougie allumée, ou qu'on les fasse traverser par l'étincelle électrique, ils brûlent avec une étonnante rapidité, et il se produit une explosion violente. Cavendish s'assura qu'après la combustion, il se déposait toujours, dans les vaisseaux où elle avait eu lieu, une quantité d'eau égale en poids aux deux gaz qui avaient disparu; les expériences de Cavendish furent répétées depuis et amplement confirmées par Lavoisier et ses collaborateurs, et il fut alors ainsi reconnu que l'eau est un composé d'oxigène et d'hydrogène réunis dans la proportion d'un volume d'oxigène et de deux volumes d'hydrogène.

Combiné avec l'oxigène et le carbone, l'hydrogène constitue la plupart des matières végétales; combiné avec l'oxigène, le carbone et l'azote, il forme la plupart des matières animales.

6. *Azote.*—Ce gaz fut découvert, en 1772, par le docteur Runtherfold, professeur de botanique à l'université d'Édimbourg; Lavoisier, dont les expériences sur ce gaz furent publiées en 1773, nous le fit connaître le premier, comme une des parties constituantes de l'air atmosphérique. Schèele l'obtint en 1777, par le mélange de la limaille de fer

et du soufre, et le reconnut, dès cette époque, pour être un gaz distinct.

Préparation. — L'azote peut s'obtenir en mettant de la limaille de fer et du soufre mêlés et pétris ensemble avec de l'eau, dans un ballon de verre rempli d'air. Tout l'oxigène de cet air est absorbé dans peu de jours par le mélange; mais il en reste encore une portion considérable, qui n'est plus susceptible d'éprouver de diminution; c'est à ce résidu de l'air entièrement dépouillé de son oxigène, qu'on a donné le nom de *gaz azote.* On peut se le procurer d'une manière plus prompte par d'autres moyens. Si, par exemple, au lieu de la limaille de fer et du soufre, on met du phosphore dans le vaisseau rempli d'air, l'oxigène est complétement absorbé en moins de vingt-quatre heures, à la température d'environ 16 degrés centigrades. Berthollet a indiqué le premier le moyen d'obtenir du gaz azote très pur, en soumettant un morceau de chair musculaire à l'action de l'acide nitrique étendu d'eau, à une chaleur d'environ 38 degrés centigrades, et en recevant dans des vaisseaux convenables le gaz qui s'en dégage en abondance. En mêlant ensemble, dans un vaisseau sur l'eau, 100 mesures d'air ordinaire, et 80 mesures de gaz nitreux, le mélange acquerra une couleur rouge brunâtre; il en sera absorbé une partie par l'eau, et il restera 79 mesures de gaz azote pur. Cette méthode est la plus facile, lorsqu'on veut se procurer du gaze azote pour des expériences.

Propriétés. — Le gaz azote est invisible et élastique comme l'air, dont il a les propriétés mécaniques. Il est contenu pour environ les 0,79 en volume dans l'air atmosphérique. Il n'a ni saveur ni odeur.

Le gaz azote ne peut être respiré par les animaux sans qu'ils soient suffoqués; ceux qu'on y plonge périssent très promptement : c'est par

cette raison qu'on a donné à cette substance le nom d'*azote*, qui signifie « destructif de la vie. »

Aucun combustible ne peut brûler dans ce gaz; c'est pourquoi la bougie qu'on allume dans une portion renfermée d'air atmosphérique s'y éteint dès que l'oxigène que cet air contient est consumé.

Le gaz azote n'est pas sensiblement absorbé par l'eau, et nous ne connaissons aucun liquide qui ait la propriété de le condenser. Le docteur Henry s'est assuré qu'en dépouillant préalablement l'eau de tout l'air qu'elle peut contenir, un décimètre cube de cette eau ne peut absorber que 14,6 centimètres cubes de gaz azote à la température de 15 à 16 degrés centigrades.

Le gaz azote est dilaté par la chaleur; le froid le condense, mais sans le faire changer d'état; son pouvoir réfringent est faible.

§. III. — CARBONE, BORE.

7. *Carbone* — Cet élément est la partie pure inflammable du charbon, et l'on a conservé le nom de charbon aux diverses substances qui contiennent une grande proportion de carbone uni avec un peu d'hydrogène et de cendres, ou mêlé avec des quantités plus ou moins considérables de matières étrangères.

Préparation. — Si l'on met un morceau de bois dans un creuset bien recouvert de sable et maintenu pendant quelque temps à une chaleur rouge, ce bois est converti en une substance noire, brillante, cassante, inodore, insipide, connue sous le nom de *charbon de bois*. Les propriétés de cette substance sont à peu près les mêmes, quelle que soit l'espèce de bois d'où elle provienne, si, pour l'obtenir, on a pris les précautions convenables, en exposant pendant une heure au moins le creuset bien clos à un feu de forge; en négligeant cette

précaution, les propriétés du charbon diffèrent considérablement.

Le charbon est insoluble dans l'eau. Lorsqu'il est bien dépouillé d'air et d'humidité, il n'éprouve d'autre changement par la chaleur la plus forte, si ce n'est qu'il devient beaucoup plus dur et plus brillant. C'est un excellent conducteur de l'électricité; il est beaucoup moins susceptible de se pourrir que le bois, et se conserve, par conséquent, plus long-temps; c'est à raison de cette propriété que les anciens avaient adopté l'usage de *charbonner* le contour des pieux qu'on enfonçait dans la terre ou dans l'eau, afin d'empêcher ainsi le bois de se gâter. On se sert efficacement du charbon nouvellement fait pour enlever aux toiles ou aux draps l'odeur désagréable qu'ils auraient pu contracter. On s'est assuré qu'on pouvait employer avec avantage le charbon réduit en poudre, pour la purification d'un grand nombre de substances.

Le charbon récemment préparé est très avide d'humidité; on a reconnu que lorsqu'il reste pendant un jour exposé à l'air, son poids augmente d'environ 12,50 pour cent. La plus grande partie de cet accroissement de poids est due à l'humidité, qu'il rend en abondance lorsqu'on le plonge, chauffé, à plus de 100 degrés centigrades, sous le mercure.

Lorsque le charbon a été dépouillé, soit par la chaleur, soit en faisant le vide, de tout l'air qu'il pouvait contenir, il a la propriété d'absorber une certaine quantité de tout corps gazeux dans lequel il peut se trouver placé. Le procédé de Théodore de Saussure, à qui l'on doit la suite la plus satisfaisante et la plus complète d'expériences sur l'absorption des gaz par le charbon, consistait à faire chauffer au rouge le morceau de charbon qu'il soumettait à l'expérience, à le plonger, dans cet état, sous le mercure, et à l'introduire, lorsqu'il

était froid, dans le gaz à examiner. L'absorption de tous les différens gaz qu'il essaya ainsi avait complétement lieu au bout de vingt-quatre heures, et elle n'augmentait pas lorsqu'on laissait plus long-temps le charbon en contact avec le gaz.

Lorsque le charbon, déjà saturé d'un gaz, est placé dans un autre gaz, il laisse échapper une portion du gaz précédemment absorbé, et il absorbe une portion du nouveau gaz; les proportions varient en raison de la faculté d'absorption des deux gaz par le charbon.

Le carbone le plus pur, pour les opérations de chimie, s'obtient en calcinant fortement du noir de fumée dans un creuset couvert.

Propriétés. — Le carbone est toujours solide, sans odeur et sans saveur; le plus souvent, il est noir, sans forme régulière, facile à réduire en poudre : tel est celui qui provient du bois. Alors il est difficile d'en déterminer exactement la pesanteur spécifique, parce qu'il est rempli de petites cavités, dont on ne peut pas aisément chasser l'air.

Quelquefois le carbone est compacte, friable, luisant, ressemblant à la houille, noir et aussi sans forme régulière; dans cet état, les minéralogistes l'appellent *anthracite*. L'anthracite d'Allemont, département de l'Isère, contient 0,97 de carbone; sa pesanteur spécifique est de 1,8.

Plus rarement le carbone est cristallisé, et si dur qu'il raye tous les corps, et n'est rayé par aucun. Dans cet état, il constitue le *diamant*, autre substance qui a beaucoup des propriétés du carbone, quoique dans d'autres elle en diffère : c'est la plus dure, la plus belle de toutes les pierres précieuses.

Ce fut Lavoisier qui, guidé par les expériences de Newton et des académiciens de Florence, aperçut le premier le carbone dans le diamant.

Newton avait eu l'occasion de remarquer que les corps réfractaient d'autant plus la lumière qu'ils étaient plus combustibles, et ayant reconnu que le diamant était doué d'une grande force réfringente, il soupçonna qu'il était combustible. Les académiciens de Florence avaient rendu, dès 1694, cette conjecture très vraisemblable, en exposant des diamans au foyer d'un miroir ardent, et en observant qu'ils s'y consumaient.

Plusieurs chimistes français l'avaient mise, ainsi que le rapporte Macquer dans le détail qu'il donne à cet égard, hors de doute, en prouvant que les diamans ne perdaient rien de leur poids lorsqu'on les calcinait sans le contact de l'air, et se dissipaient, au contraire, lorsqu'on les calcinait avec le contact de ce fluide; ce fait fut amplement établi et confirmé par les expériences de Darcet, Rouelle, Macquer et Cadet. Cependant Lavoisier, ayant continué ses recherches, s'assura, en brûlant par le moyen de fortes lentilles des diamans, dans des vaisseaux fermés, que, pendant leur combustion, il se formait du gaz acide carbonique, et que, sous ce rapport et sous celui de l'affinité, il existait une analogie frappante entre le diamant et le carbone, lorsqu'ils étaient chauffés l'un et l'autre dans des vaisseaux fermés. Ces expériences sur la combustion du diamant furent répétées depuis par Lavoisier lui-même, et par plusieurs autres savans français et étrangers; et tous leurs résultats ayant été à peu près les mêmes, il semble aujourd'hui bien démontré que, quoiqu'il existe une si grande différence entre le diamant et le charbon, ces deux corps sont identiquement de même nature; car, soit que l'on combine 72,62 d'oxigène avec 27,38 de diamant ou de charbon pur, il en résulte 100 parties d'acide carbonique; or le gaz acide carbonique est un corps constamment formé des mêmes élémens, et dans les mêmes proportions: donc le diamant est du charbon pur, et

ne diffère de celui-ci que par l'arrangement de ses molécules.

Lorsque sir H. Davy exposa du charbon à une chaleur intense dans le vide et dans l'azote condensé à l'aide de la magnifique batterie voltaïque de M. Children, ce charbon fut lentement volatilisé et il abandonna un peu d'hydrogène. La partie restante était toujours plus dure qu'avant l'expérience, et, dans un cas, d'une assez grande dureté pour rayer le verre; et l'éclat du charbon était augmenté. Cette belle expérience peut être considérée comme se rapprochant de la production du diamant.

8. *Bore.* — MM. Gay-Lussac et Thenard réussirent, en 1808, à décomposer l'acide borique en le chauffant avec du *potassium* dans un tube de cuivre chauffé au rouge obscur. Ces savans examinèrent les propriétés de sa base, à laquelle ils ont donné le nom de *bore*, et ils les décrivirent en détail dans un mémoire qu'ils publièrent sur ce sujet. Sir Humphry Davy décomposa, en 1809, l'acide borique par le même procédé que les chimistes français, et il publia aussi l'exposé des propriétés du bore.

Le bore ne se rencontre point à l'état de pureté dans la nature; il est toujours engagé dans quelques combinaisons. Les composés naturels dont il fait partie sont l'acide borique, le sous-borate de soude et le sous-borate de magnésie.

Préparation. — On met dans un tube de cuivre ou de verre un mélange, à parties égales, d'acide borique bien pur, préalablement fondu et réduit en poudre, et de *potassium*, et on chauffe par degrés le tube contenant le mélange jusqu'à le faire rougir légèrement; on le tient dans cet état pendant quelques minutes; à la température de 150 degrés centigrades, la décomposition commence, et le mélange chauffé devient d'un rouge intense, ainsi qu'on

peut le reconnaître en faisant l'expérience dans un tube de verre. Lorsque le tube avec lequel on a opéré est refroidi, on verse de l'eau sur la matière qu'il contient pour la laver; on neutralise la potasse qui s'est formée, avec de l'acide hydrochlorique, et l'on met le tout sur un filtre. On le lave, et on le fait sécher à une douce chaleur.

Propriétés. — Le bore est une poudre d'un brun verdâtre, sans odeur ni saveur. Il peut être exposé, en vaisseaux clos, à la plus violente chaleur qu'il soit possible de produire, sans qu'il éprouve d'autre changement qu'une augmentation de densité. Il est tout-à-fait insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, et dans les huiles, soit à chaud, soit à froid. Il ne décompose pas l'eau, lors même qu'il est chauffé dans ce liquide à la température de 80 degrés centigrades; mais il est probable qu'à une chaleur rouge la décomposition aurait lieu.

Le bore n'a point d'action sur l'air ni sur le gaz oxigène à la température ordinaire de l'atmosphère; mais si on le chauffe au rouge obscur dans le gaz oxigène, il prend feu et brûle avec beaucoup d'éclat, en absorbant en même temps du gaz oxigène. Par cette combustion, une portion du bore est convertie en acide borique, et cet acide, en se fondant, forme sur le bore une couche qui prive la portion non encore brûlée du contact de l'oxigène, et alors la combustion cesse; si on lave l'acide borique, la combustion reprend; mais elle exige une température plus élevée. MM. Gay-Lussac et Thenard acidifièrent une portion de bore en le chauffant dans l'acide nitrique; ils parvinrent ainsi à convertir cinq parties de bore en 7,5 parties d'acide borique.

L'oxigène et le fluor sont, pour ainsi dire, les seuls corps simples avec lesquels le bore ait été combiné jusqu'à présent.

La pesanteur spécifique du bore n'est pas connue;

on sait seulement qu'elle est plus grande que celle de l'eau.

§. IV. — SOUFRE, PHOSPHORE.

9. *Soufre.* — On trouve cet élément en grandes quantités dans la nature et particulièrement dans le voisinage des volcans; on le retire aussi par la distillation du minéral appelé *pyrite :* la connaissance de ce corps date des temps les plus reculés. Les anciens en faisaient usage en médecine, et ils en employaient les vapeurs au blanchîment de la laine.

Préparation. — Le soufre le plus pur, pour les opérations de chimie, s'obtient en le sublimant au moyen d'une cornue de verre exposée à la douce chaleur d'un bain de sable, qu'on élevera graduellement jusqu'à 200° centigrades environ, dans un récipient maintenu à une très basse température.

Propriétés. — Le soufre est une substance dure, cassante, de couleur ordinairement jaune, inodore, ayant une saveur très faible, quoique pouvant se distinguer.

Le soufre n'est pas conducteur de l'électricité; il devient, par conséquent, électrique par frottement; sa pesanteur spécifique est de 1,990; la pesanteur spécifique du soufre natif est de 2,0332. Il n'éprouve aucun changement par son exposition à l'air; lorsqu'on le met dans l'eau, il tombe au fond de ce liquide, et il y reste sans être en aucune manière altéré; le soufre est donc insoluble dans l'eau. Si l'on fait éprouver à un rouleau ou bâton de soufre une douce chaleur, mais subite, comme en le pressant dans la main, il produit un craquement particulier et éclate quelquefois en morceaux; cet effet est dû à l'action inégale de la chaleur sur un corps qui la conduit lentement et qui a peu de cohésion. Si, après qu'une masse de soufre a été fondue dans un creuset, et que sa sur-

face commence à se congeler, on en fait promptement couler tout ce qui reste au-dessous à l'état liquide, on obtient des cristaux de soufre en aiguilles. Si l'expérience se fait dans un vaisseau de verre ou sur une plaque de fer, on verra que les cristaux commencent à se former lorsque la température s'est abaissée à environ 104 degrés centigrades.

Le soufre, chauffé à l'air, à la température de 293 degrés centigrades, s'allume spontanément, brûle avec une flamme d'un bleu pâle, en émettant une grande quantité de vapeurs d'une odeur très suffocante; si, étant fondu, on le tient pendant quelque temps dans un vaisseau ouvert à la chaleur d'environ 150 degrés centigrades, il s'épaissit et devient visqueux; et si on le jette alors dans une bassine contenant de l'eau, il paraît être rouge et ductile comme de la cire. On s'en sert dans cet état pour prendre des empreintes de cachets et de médailles; sa pesanteur spécifique est, dit-on, augmentée de 1,99 à 2,025. Ce changement n'est pas dû à l'oxidation, car il a lieu en vaisseaux clos. La chaleur n'est pas seulement capable de fondre le soufre, elle peut encore le gazéifier. Si, en effet, après avoir rempli de soufre aux trois quarts une cornue de verre, on y adapte une allonge dont l'extrémité plonge dans une capsule ou terrine pleine d'eau, on place cette cornue à feu nu sur un fourneau, et qu'on le chauffe peu à peu, le soufre, après s'être fondu d'abord, deviendra limpide, puis entrera en ébullition, et se réduira, bien au-dessous de la chaleur rouge, en un gaz qui se liquéfiera dans le col de la cornue, coulera dans l'allonge, et de là dans la capsule, où il se figera et cristallisera confusément.

10. *Phosphore.* — Cet élément fut accidentellement découvert, en 1669, par Brandt, alchimiste de Hambourg, lorsqu'il s'occupait des moyens de trouver dans l'urine humaine un liquide capable

de convertir l'argent en or. Il fut d'abord fait trafic de cette découverte, dont on eut soin de faire un secret, quelques essais qu'on eût fait, mais jusqu'alors sans succès, de produire le phosphore, jusqu'en 1737, époque à laquelle il vint à Paris un étranger qui offrit de faire le phosphore. Le gouvernement français lui accorda une récompense pour la communication de son procédé, qu'il exécuta avec succès en présence de Hellot, Dufay, Geoffroy et Duhamel, commissaires nommés à cet effet; et dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de la même année 1737, Hellot publia ce procédé dans le plus grand détail. Margraf, qui s'était livré vers la même époque à la recherche du phosphore, proposa à ce procédé un perfectionnement qui consistait à mêler un sel de plomb à l'urine épaissie.

Ce fut en 1769 que Gahn, chimiste suédois, découvrit que le phosphore est contenu dans les os; et peu de temps après, Schèele trouva un procédé pour l'en obtenir.

Préparation. — On peut préparer le phosphore par le procédé suivant, qui est celui de Fourcroy et de M. Vauquelin:

On fait calciner des os, jusqu'à ce qu'ils cessent de donner de la fumée, et de répandre aucune odeur quelconque. Après les avoir réduits en poudre fine, on met dans une bassine de porcelaine ou de grès, 100 parties de cette poudre délayée dans quatre fois son poids d'eau; on y ajoute alors peu à peu, et en remuant bien chaque fois, 40 parties d'acide sulfurique. Le mélange s'échauffe, il s'y manifeste une vive effervescence; on laisse le mélange dans cet état pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de le remuer de temps en temps avec une baguette de verre ou de porcelaine, afin de faciliter l'action de l'acide sulfurique sur la poudre d'os. Le tout est alors retiré de la bassine pour le mettre sur un filtre de toile, placé au-

dessus d'un vase de porcelaine, destiné à recevoir la liqueur qui passera à travers. On lave ensuite la poudre blanche restée sur le filtre avec de l'eau pure, à plusieurs reprises, et jusqu'à ce que le lavage n'ait plus de saveur sensible; on verse alors lentement dans la liqueur réunie dans la bassine et qui a une saveur très acide, du nitrate de plomb dissous dans l'eau; il se précipite immédiatement au fond du vaisseau une poudre blanche. Il faut ajouter du nitrate de plomb pendant tout aussi long-temps que la précipitation de cette poudre continue d'avoir lieu; on filtre alors le tout; et après avoir bien lavé et séché la poudre blanche restée sur le filtre, on y ajoute environ un seizième de son poids de poussière de charbon. On met ce mélange dans une cornue de grès, qu'on place dans un fourneau, en faisant plonger le bec de la cornue dans un vase rempli d'eau, de manière qu'il se trouve toujours au-dessous de sa surface; on chauffe alors par degrés jusqu'à ce que la chaleur de la cornue soit portée au blanc. Il s'en dégage une grande quantité de bulles d'air, dont quelques unes prennent feu par le contact de l'air, et viennent crever à la surface de l'eau; et lorsque la chaleur est assez forte, il en découle une substance ayant l'aspect de la cire fondue, qui fige dans l'eau en sortant du bec de la cornue qui y plonge: cette substance est le *phosphore*.

Propriétés. — Il a été fait, depuis 1722, beaucoup d'expériences sur le phosphore; des recherches importantes eurent lieu sur cette substance tout récemment par sir Humphry Davy, et par MM. Gay-Lussac et Thenard. MM. Thenard et Vogel ont examiné la poudre rouge qui reste après la combustion du phosphore, et les changemens que produit sur cette poudre l'action de la lumière, et MM. Dulong et Berzélius se sont occupés de la combinaison du phosphore avec l'oxigène.

Le phosphore est ordinairement d'une couleur

légèrement ambrée ; mais lorsqu'il a été préparé avec soin, il est à peu près incolore et transparent. Lorsqu'il a été conservé pendant quelque temps dans l'eau, il devient opaque à l'extérieur, et ressemble beaucoup alors à de la cire blanche, dont il a à peu près la consistance; on peut le couper avec un couteau ou le tordre avec les doigts ; il est insoluble dans l'eau, et sa pesanteur spécifique moyenne est de 1,770.

Le phosphore se fond à la température de 37 degrés centigrades, et à une température de 42 degrés centigrades il est en fusion complète. Il faut avoir soin de tenir le phosphore sous l'eau quand on le fond ; car il est si combustible, qu'il ne pourrait être facilement fondu à l'air sans qu'il prît feu. Le phosphore nouvellement préparé est toujours sale, parce qu'il est mêlé avec de la poussière de charbon et autres impuretés ; on l'en sépare en le fondant sous l'eau et en le faisant passer dans cet état à travers un morceau bien nettoyé de peau de chamois. On peut le former en bâtons, en en mettant dans un entonnoir de verre à long tube et fermé à son extrémité par un bouchon de liége ; et en plongeant le tout dans l'eau chaude, le phosphore se fond et prend la forme du tube ; on l'en fait sortir aisément avec un morceau de bois, lorsqu'il est refroidi. Le phosphore s'évapore à l'abri du contact de l'air, à la température de 104 degrés centigrades; il y entre en ébullition à celle de 290 degrés centigrades.

Le phosphore, brûlant avec tant de facilité, ne doit point exister à l'état de pureté dans la nature : aussi, jusqu'à présent, ne l'a-t-on rencontré qu'en combinaison avec d'autres corps.

§. V. — 16 ÉLÉMENS MÉTALLIQUES PRODUISANT DES OXIDES QUI SONT DES BASES SALIFIABLES NEUTRES.

1. *Platine.* — La connaissance de ce métal en Europe ne date guère que du milieu du dix-huitième siècle. Le platine brut vient d'Amérique, sous la forme de paillettes lenticulaires, ayant l'éclat de l'argent. Dans cet état, il est très impur, puisqu'il ne contient pas moins de neuf autres métaux, mécaniquement mêlés ou chimiquement combinés; mais on peut l'obtenir à peu près pur de la manière suivante :

On fait dissoudre les grains de platine brut dans l'acide hydrochloronitrique concentré, en chauffant aussi peu que possible. Après avoir décanté la dissolution de dessus la matière noire qui résiste à l'action de l'acide, on y verse une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque. Il se forme un précipité de couleur jaune orangé. On lave ce précipité, et lorsqu'il est sec, on le fait chauffer lentement jusqu'au rouge dans un creuset de porcelaine. La poudre qui reste dans le creuset est le platine presque pur : en le dissolvant de nouveau dans l'acide hydrochloronitrique, et en le traitant de la même manière, on obtient le métal encore plus pur. En chauffant au rouge ces grains enveloppés dans une plaque mince de platine, et les soumettant avec précaution à l'action du marteau, ils s'unissent et le tout forme un lingot.

Le platine ainsi obtenu est d'une couleur semblable à celle de l'argent, mais d'un blanc moins clair; il n'a ni saveur ni odeur.

L'air et l'eau n'ont point d'action sur le platine, et aucun acide simple le plus concentré, même en ébullition ou par distillation, ne peut l'attaquer.

L'acide hydrochloronitrique, qui convient le

mieux pour la dissolution du platine, est celui formé d'*une* partie d'acide nitrique et de *trois* parties d'acide hydrochlorique.

Des morceaux de platine, chauffés au blanc, peuvent être soudés ensemble par l'action du marteau, de la même manière que le fer chaud; mais le platine ne peut être fondu, quand il est pur, qu'au moyen d'un feu alimenté par le gaz oxigène.

Le platine s'allie à la plupart des autres métaux. Le platine, sous différentes formes, et particulièrement à l'état spongieux, possède la singulière propriété d'enflammer un mélange de gaz hydrogène et de gaz oxigène à la température ordinaire.

Le platine s'unit à l'oxigène, et l'on ne connaît jusqu'à présent que deux oxides de platine. Le *protoxide* est noir; le *peroxide* est d'un brun foncé ou gris.

Le platine s'unit au chlore, à l'iode, au bore, au soufre, au phosphore; mais jusqu'à présent on a vainement essayé de le combiner avec l'hydrogène, l'azote et le carbone.

2. *Or.* — Cet élément, qui, de tous les métaux, semble avoir été le plus anciennement connu, en est aussi le plus rare et le plus précieux. Ce sont les mines de l'Amérique méridionale qui fournissent la plus grande partie de ce métal.

L'or est d'une couleur jaune particulière; il n'a ni odeur ni saveur; il fond à 32° du pyromètre de Wedgewood, et devient, lorsqu'il est fondu, d'un vert bleuâtre clair.

L'or est inaltérable à l'air, qui ne lui fait même rien perdre de son éclat. L'eau n'a également aucune action sur lui.

L'or n'est pas facilement attaqué par les acides, si ce n'est par l'acide hydrochloronitrique, et aussi, mais bien plus imparfaitement, par un mélange d'acide hydrochlorique et d'acide chromique. L'acide hydrochloronitrique, qui convient le mieux pour la dissolution de l'or, est formé d'*une* partie

d'acide nitrique et de *quatre* parties d'acide hydrochlorique.

L'or s'allie à la plupart des métaux. Par une forte décharge électrique, l'or se combine avec l'oxigène. On ne connaît jusqu'à présent que deux oxides d'or : le protoxide est de couleur verte, et le peroxide d'un brun rougeâtre. Plusieurs chimistes cependant contestent l'existence de ces oxides d'or. M. Thomson prépare le peroxide en le précipitant, à l'aide de la potasse, d'une dissolution d'or dans l'acide hydrochloronitrique, et le protoxide, en traitant le protochlorure d'or par la potasse.

L'or s'unit au chlore, à l'iode, au soufre, au phosphore; mais on a vainement essayé jusqu'à présent de le combiner avec l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

3. *Argent.* — Ce métal, qui semble avoir été connu presque en même temps que l'or, a perdu beaucoup de sa valeur depuis la découverte de l'Amérique et l'exploitation des mines considérables d'argent que ce pays renferme. L'argent est d'une couleur blanche, brillante; il n'a ni odeur ni saveur; il rougit avant de se fondre, fond à 22° du pyromètre de Wedgewood, et sa surface prend un aspect cristallisé quand on le laisse refroidir lentement.

L'argent, quoiqu'il soit difficilement altérable par l'air et par l'eau, perd par degrés de son éclat, et se ternit lorsqu'il reste long-temps exposé à l'air, et surtout dans le voisinage des vapeurs sulfureuses qui s'exhalent des matières animales en putréfaction.

L'acide sulfurique concentré et bouillant attaque et dissout l'argent, quand ce métal se trouve à l'état de division. L'acide nitrique, un peu étendu, dissout au-delà de la moitié de son poids d'argent.

L'argent s'allie à la plupart des métaux.

Par une forte décharge électrique l'argent se combine avec l'oxigène; on ne connaît jusqu'à présent qu'un seul oxide d'argent, qui est d'une couleur olivâtre.

L'argent s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais on a vainement essayé de le combiner avec l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

3. *Palladium.* — Ce métal fut découvert en 1803, par le docteur Wollaston, qui le séparait du platine brut, en dissolvant le platine brut dans l'acide hydrochloronitrique, chassant l'excès d'acide, et versant dans la dissolution du cyanure de mercure, goutte à goutte; il obtenait ainsi un précipité blanc, jaunâtre, pâle, qui, lavé, séché et exposé à une forte chaleur, laissait une matière blanche, qui est le palladium. En chauffant ce palladium avec du soufre et du borate de soude, on peut l'obtenir en un bouton métallique capable de supporter l'action du marteau ou de passer au laminoir.

Le palladium ainsi obtenu est d'une couleur blanche, semblable à celle du platine. Il est plus dur que le fer forgé, et n'a ni saveur ni odeur; sa cassure est fibreuse. Lorsqu'on chauffe fortement ce palladium, sa surface prend une couleur bleue; mais, par l'augmentation de la chaleur, il reprend son premier état. Il exige, pour se fondre, un beaucoup plus haut degré de chaleur que l'or; mais si, pendant qu'il est chaud, on le touche avec un petit morceau de soufre, il coule comme du zinc. Le sulfure est plus blanc que le métal lui-même, et il est extrêmement cassant.

Le palladium s'allie à quelques autres métaux.

Le palladium s'unit à l'oxigène, et l'on ne connaît jusqu'à présent qu'un seul oxide de palladium, qui est d'un brun châtain.

Le palladium s'unit au soufre; on ne connaît point encore ses combinaisons avec le chlore

l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone, le bore et le phosphore.

5. *Mercure.* — La découverte de cet élément, qui diffère de tous les autres métaux par son état permanent de fluidité à la température ordinaire de l'atmosphère, remonte à la plus haute antiquité.

Le mercure est d'une couleur blanche très éclatante; il n'a ni odeur ni saveur; il se volatilise à 350° centigrades, et l'on tire ordinairement partie de cette volatilité du mercure pour le purifier par distillation.

Le mercure ne prend la forme solide que lorsqu'on l'a refroidi jusqu'à environ 40° centigrades au-dessous de zéro; il peut alors être soumis à l'action du marteau, sous lequel il peut s'étendre sans se rompre.

L'eau n'a aucune action sur le mercure; lorsqu'il est exposé à l'air sa surface se ternit peu à peu, et se couvre d'une poudre noire qui résulte de sa combinaison avec l'oxigène; mais cet effet, qui ne se produit ainsi que très lentement, est beaucoup plus prompt à l'aide de la chaleur ou par l'agitation dans de grands vaisseaux remplis d'air.

L'acide nitrique attaque et dissout rapidement le mercure, qui d'ailleurs est attaqué par plusieurs autres acides.

Le mercure s'allie à quelques métaux, et ces alliages sont connus sous le nom d'amalgames.

On ne connaît jusqu'à présent que deux oxides de mercure : le protoxide est d'une couleur noirâtre; le peroxide, d'un rouge très brillant, s'obtient en faisant évaporer à siccité la dissolution du mercure dans l'acide nitrique, et en exposant alors le résidu à une chaleur graduée, jusqu'à ce qu'il prenne une couleur écarlate brillante.

Le mercure se combine facilement avec le chlore, l'iode et le soufre, difficilement avec le

phosphore, et jusqu'à présent on n'a pu l'unir avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

6. *Cuivre.* — Cet élément paraît avoir été, après l'or et l'argent, le métal le plus anciennement connu; ses mines les plus abondantes sont en Sibérie.

Le cuivre est d'une couleur rouge jaunâtre particulière et très brillant; sa saveur est styptique et nauséabonde; lorsqu'il a été tenu et frotté pendant quelque temps dans les mains, elles acquièrent une odeur désagréable particulière.

A un degré de chaleur bien au-dessous de l'ignition, la surface d'un morceau de cuivre poli se recouvre de diverses rangées de couleurs prismatiques, dans lesquelles le rouge de chaque ordre se trouve le plus près de l'extrémité qui a été la plus chauffée. Un degré de chaleur plus élevé détermine à sa surface une poudre écailleuse épaisse que l'on peut en détacher aisément, et qui communique à la flamme du combustible une belle couleur vert bleuâtre. Le cuivre fond à la température de 27° du pyromètre de Wedgevood; sa surface, lorsqu'il est en fusion, paraît d'un vert bleuâtre; lorsque dans cet état on augmente la chaleur, il entre en ébullition, et il est volatilisé en partie à l'état métallique, et cependant en fumées visibles; en refroidissant lentement il prend la forme cristalline.

Le cuivre n'est altéré par l'eau qu'avec le concours de l'air; la surface en contact avec l'eau se recouvre alors d'une croûte verte connue sous le nom de vert-de-gris.

Le cuivre étant exposé à l'air, sa surface se ternit par degrés; il devient brun et finit par se couvrir d'une croûte d'un vert obscur. Cet effet n'a lieu que très lentement à la température ordinaire de l'atmosphère; mais en chauffant une lame de cuivre au rouge, sa surface se couvre en

peu de minutes d'une croûte qui s'en sépare spontanément en petites écailles, à mesure que la lame se refroidit. Par ce refroidissement, la lame de cuivre se contracte beaucoup plus que l'oxide; et par l'effet de cette plus grande contraction, la croûte est brisée en morceaux qui se détachent.

L'acide sulfurique concentré et bouillant dissout le cuivre; l'acide nitrique le dissout très rapidement, et il est d'ailleurs facilement attaqué par plusieurs autres acides.

Le cuivre s'allie à la plupart des métaux; avec l'étain, dans la proportion de 100 de cuivre et de 8 à 12 d'étain, il forme le métal des canons; son alliage avec le fer ne s'opère qu'avec une grande difficulté; il s'allie avec le zinc presque en toute proportion, et forme ainsi le *laiton* et le *pinch-bek*.

Le cuivre s'unit avec l'oxigène, et l'on ne connaît jusqu'à présent que deux oxides de cuivre: le protoxide est d'une couleur rougeâtre ou orangé, et le peroxide est noir quoique dans sa combinaison il prenne les différentes nuances de bleu, de vert et de brun.

Le cuivre s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais jusqu'à présent on n'a pu le combiner avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

7. *Fer.* — Cet élément, le plus abondant et le plus utile de tous les métaux, a été connu plus tard, et se travaille moins facilement que l'or, l'argent et le cuivre.

Le fer est d'un blanc bleuâtre, avec un grand éclat lorsqu'il est poli; il a, lorsqu'on le frotte, une odeur particulière, et il laisse sur la langue une impression styptique très marquée; il est attirable à l'aimant, et il est lui-même la substance qui constitue l'aimant; mais lorsque le fer est parfaitement pur, il ne conserve que pendant très peu de temps sa vertu magnétique.

Le fer est un des métaux les plus difficiles à

fondre; il exige un degré de chaleur correspondant à 158° de Wedgewood. Cette température étant à peu près la plus élevée qu'il soit possible de produire, on n'a eu aucun moyen de reconnaître le point où le métal fondu entre en ébullition, et commence à se volatiliser; mais il est bien connu que sa texture est fibreuse, c'est-à-dire que sa cassure présente un grand nombre de filamens réunis ensemble en faisceaux.

Chauffé au blanc, le fer semble être recouvert d'une espèce de vernis; et si, dans cet état, on applique l'un contre l'autre deux morceaux de ce métal, ils adhèrent ensemble, et ils peuvent être parfaitement réunis en les soumettant alors à l'action du marteau.

Lorsque le fer est exposé à l'air, sa surface se ternit promptement, et il se change peu à peu en une poudre d'un jaune brun, connu sous le nom de rouille. Cet effet a lieu plus rapidement si l'atmosphère est humide; il est dû à la combinaison graduelle du fer avec l'oxigène de l'atmosphère, pour lequel il a une très grande affinité.

L'acide sulfurique concentré attaque à peine le fer, à moins qu'il ne soit bouillant; si l'acide est étendu de deux ou trois parties d'eau, il dissout promptement le fer sans l'aide de la chaleur. L'acide nitrique concentré agit très énergiquement sur la limaille de fer, et en général le fer est facilement attaqué par un grand nombre d'acides, surtout quand ils sont étendus d'eau.

Le fer s'allie à quelques métaux.

Le fer s'unit à l'oxigène, et les oxides de fer sont au nombre de deux et peut-être de trois : le protoxide est noir, le deutoxide est rouge et le peroxide est violet. La rouille du fer n'est autre chose que le deutoxide combiné avec le gaz acide carbonique.

Le fluor, l'hydrogène et l'azote sont les seuls élémens non métalliques avec lesquels on ait

pu, jusqu'à présent, parvenir à combiner le fer.

La combinaison du fer et du carbone produit l'acier.

8. *Etain.* — Cet élément est un des métaux les plus anciennement connus. Les Phéniciens le tiraient d'Espagne et d'Angleterre. Les mines d'étain les plus belles sont celles de l'Inde, de l'Angleterre, de l'Allemagne et de l'Espagne; la France n'en possède encore aucune qui soit exploitée. L'étain le plus pur que l'on trouve dans le commerce, est celui de Malaca.

Pour obtenir l'étain à l'état de pureté, on fait bouillir ce métal dans l'acide nitrique, et l'on réduit l'oxide qui se précipite, en le chauffant en contact avec du charbon dans un creuset ouvert.

L'étain, lorsqu'il est pur, est d'une couleur blanche, presque aussi brillante que celle de l'argent; il a une saveur sensible un peu désagréable, et produit, lorsqu'on le frotte, une odeur particulière. Plié en différens sens, il fait entendre un craquement particulier que l'on a nommé le cri de l'étain.

L'étain fond à la température d'environ 228° centigrades; et quand il est fondu, il lui faut un très grand degré de chaleur pour le réduire en vapeur. Si on le laisse refroidir lentement, et si, lorsque sa surface est figée, on décante en la versant, la portion du métal encore liquide, ce qui reste est cristallisé en prismes rhomboïdaux.

L'étain exposé à l'air y perd promptement son éclat et prend une couleur noire grisâtre; mais il n'y éprouve aucun autre changement. Il n'agit pas, au moins d'une manière sensible, sur l'eau à froid; mais lorsqu'on fait passer un courant de vapeur d'eau sur le métal chauffé au rouge, il la décompose, en absorbe l'oxigène, et en dégage l'hydrogène.

L'acide sulfurique concentré dissout, à l'aide de la chaleur, la moitié de son poids d'étain.

L'acide nitrique dissout rapidement, et avec une très grande énergie, l'étain même à froid.

L'étain est attaqué par plusieurs autres acides.

L'étain s'allie à la plupart des autres métaux.

Il y a deux combinaisons définies d'étain et d'oxigène : le protoxide est de couleur grise; le peroxide est blanc; ces couleurs varient en se nuançant de jaune par leurs combinaisons avec l'eau. Le protoxide s'obtient en tenant le métal exposé pendant quelque temps à une chaleur modérée; le peroxide se précipite de la dissolution d'étain à chaud dans l'acide nitrique concentré.

L'étain s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; on n'a pu le combiner encore avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

9. *Plomb.* — Connu de toute antiquité, le plomb est facile à extraire de ses mines, qui sont abondamment répandues dans la nature.

Le plomb est d'un blanc bleuâtre, il a beaucoup d'éclat lorsqu'il est nouvellement fondu; mais il se ternit promptement à l'air. Il n'a presque pas de saveur, mais par le frottement il émet une odeur qui lui est particulière; il laisse une teinte bleuâtre sur le papier ou sur les doigts.

Le plomb entre en fusion à la température de 322° centigrades, et par une plus forte chaleur il bout et se volatilise; en refroidissant lentement il cristallise.

Le plomb exposé à l'air y perd promptement son éclat; il prend d'abord une couleur d'un gris sale, et à la fin sa surface devient presque blanche. Ce changement est dû à sa combinaison par degrés avec l'oxigène, et à sa conversion en oxide; mais cette conversion est extrêmement lente; la couche extérieure d'oxide, qui se forme d'abord,

préservant très long-temps le reste du métal de l'action de l'air.

L'eau n'a point d'action directe sur le plomb, mais elle facilite celle de l'air sur ce métal.

Les acides attaquent, pour la plupart, le plomb; l'acide sulfurique n'a point d'action sur ce métal, à moins qu'il ne soit concentré et bouillant.

Le plomb, qui s'allie avec un grand nombre de métaux, s'unit difficilement par fusion avec le nickel.

On connaît certainement deux et peut-être trois combinaisons définies de plomb et d'oxigène : le protoxide est *jaune*, le deutoxide est *brun*, et le peroxide est *rouge*.

Le protoxide de plomb, uni à l'acide carbonique, forme le *blanc de plomb*.

Le plomb s'unit facilement au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais jusqu'à présent on n'a pu le combiner avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

10. *Nickel.* — La découverte de cet élément, faite en 1751 par Cronstedt, ne fut confirmée et généralement admise par les chimistes que d'après les expériences de Bergman, publiées en 1775. Ce minerai, d'un brun rougeâtre, a de la ressemblance avec le cuivre.

En traitant ce minerai impur, connu dans le commerce sous le nom de *speis*, par l'acide sulfurique mêlé d'acide nitrique, on obtient le nickel dans un très grand état de pureté. On concentre la dissolution et on l'abandonne à elle-même; il s'y forme de beaux cristaux verts de sulfate de nickel, qu'on fait dissoudre dans l'eau et cristalliser de nouveau. On les dissout encore dans l'eau, et l'on décompose cette dissolution par la potasse; l'oxide de nickel se précipite : on le mêle avec trois pour cent de résine; on en fait une pâte avec de l'huile, et on les soumet, dans un creuset brasqué, au feu de forge le plus violent : on ob-

tient un culot métallique qui est le nickel pur.

Le nickel ainsi préparé est d'une belle couleur blanche, qui tient le milieu entre l'argent et l'étain; il est attirable à l'aimant, mais moins que le fer; son énergie magnétique, suivant Lampodius, est à celle du fer comme 35 est à 55.

Lorsqu'on chauffe modérément le nickel, il se ternit promptement, et il paraît éprouver à peu près les mêmes changemens que l'acier lorsqu'on le trempe; il devient d'abord légèrement jaunâtre, puis jaune foncé, ensuite bleu-violet léger, et enfin tout-à-fait bleu grisâtre.

Le nickel exige pour sa fusion une température au moins équivalente à 160° de Wedgewood, et cependant, quand on le réduit, il s'en volatilise une quantité assez sensible, puisqu'on en trouve des grains attachés au couvercle du creuset. Le nickel n'est point altéré par son exposition à l'air ni par son contact avec l'eau.

L'acide nitrique et l'acide hydrochloronitirque sont les meilleurs dissolvans du nickel, qui n'est que faiblement attaqué par les acides sulfurique et hydrochlorique.

On ne connaît jusqu'à présent que deux combinaisons définies de nickel et d'oxigène, le protoxide est d'un gris cendré noirâtre, et le peroxide est noir.

Le nickel se combine assez facilement avec le chlore, l'iode, le soufre et le phosphore, mais on n'a pu l'unir jusqu'à présent au fluor, à l'hydrogène, à l'azote, au carbone et au bore.

11. *Cadmium.* — Cet élément fut découvert en 1817 par M. Stromeyer, qui obtint la séparation du cadmium de l'oxide de zinc avec lequel il se trouvait mêlé, de la manière suivante. Après avoir fait dissoudre l'oxide de zinc dans l'acide sulfurique, et avoir ajouté un excès d'acide à cette dissolution, il y faisait passer un courant de gaz acide hydrosulfurique, jusqu'à ce que tout le

cadmium fût précipité ; ce précipité est redissous dans l'acide hydrochlorique concentré, et on se débarrasse de l'excès d'acide par évaporation. Le liquide est alors mêlé avec du carbonate d'ammoniaque en excès, et le carbonate de cadmium est précipité sous forme pulvérulente. En chauffant ce carbonate au rouge, il est converti en oxide pur de cadmium ; en exposant ensuite un mélange de cet oxide et de noir de fumée à une chaleur modérément rouge, dans une cornue de terre ou de verre, le cadmium est réduit à l'état métallique.

Le cadmium ainsi obtenu est d'un beau bleu, avec une nuance légère de gris bleuâtre, ce qui rapproche beaucoup sa couleur de celle de l'étain, métal auquel il ressemble par son éclat et sa propriété d'être susceptible de prendre le poli. Il n'a ni odeur, ni saveur; et, comme l'étain, il tache le papier ou les doigts.

Le cadmium fond et se volatilise à une chaleur au-dessous de celle rouge. Sa vapeur, qui est inodore, peut se condenser en gouttes comme le mercure; et ces gouttes, en se refroidissant, offrent des traces distinctes de cristallisation.

Le cadmium exposé à l'air s'y altère peu, quoique à la longue sa surface perde son éclat.

L'acide nitrique dissout facilement le cadmium à froid ; l'acide sulfurique étendu, l'acide hydrochlorique, et même l'acide acétique, l'attaquent faiblement avec dégagement d'hydrogène.

On ne connaît encore qu'une seule combinaison définie d'oxigène et de cadmium. Cet oxide, de couleur jaune brunâtre, s'obtient en chauffant le métal à l'air; il y brûle avec lumière et produit l'oxide qui varie en couleur, suivant les circonstances, du jaune brunâtre à un brun foncé et même au noirâtre.

Le cadmium s'allie à la plupart des métaux.

Le cadmium se combine avec le chlore, l'iode,

le soufre et le phosphore; mais on n'a pu l'unir jusqu'à présent au fluor, à l'hydrogène, à l'azote, au carbone et au bore.

12. *Zinc.* — Ce métal, dont la découverte ne date que du seizième siècle, n'a pas encore été trouvé en Europe à l'état de pureté. Sa mine (sulfure de zinc), après avoir été grillée, pulvérisée et mêlée avec du charbon de bois, est exposée à une forte chaleur, dans de grands pots d'argile fermés. Le zinc est réduit, il coule par gouttes dans un tube de fer adapté à l'extrémité inférieure du pot, et tombe dans un vaisseau qui contient de l'eau. Le zinc est ensuite fondu et coulé en lingots.

Le zinc est d'un blanc bleuâtre, dont la couleur est un peu plus vive que celle du plomb. Sa structure est lamelleuse. Lorsqu'on le frotte pendant quelque temps entre les doigts, il les noircit en leur communiquant un goût particulier, et il émet une odeur sensible.

Le zinc, chauffé à environ 100° centigrades, devient très malléable; en le chauffant à environ 205° centigrades, on le rend assez cassant pour qu'il puisse être pulvérisé dans un mortier.

Le zinc fond à la température de 360° centigrades; et si on augmente la chaleur, il s'évapore. Quand on le laisse refroidir lentement après qu'il a été fondu, il cristallise en petits faisceaux de prismes quadrangulaires disposés dans tous les sens. Si on expose ces cristaux à l'air lorsqu'ils sont encore chauds, ils y prennent une couleur bleue avec des nuances irisées.

Le zinc se ternit promptement à l'air; mais il y éprouve à peine aucun autre changement. Lorsqu'on le garde sous l'eau, sa surface se noircit aussitôt, l'eau est lentement décomposée; il y a émission de gaz hydrogène et combinaison de l'oxigène avec le métal. La décomposition a plus promptement lieu par l'élévation de la température, et si l'on fait passer de l'eau en vapeur sur du zinc

chauffé à un très grand degré de chaleur, la décomposition de l'eau s'opère avec une rapidité et une énergie étonnantes.

La plupart des acides attaquent le zinc et le dissolvent.

Le zinc s'allie à la plupart des métaux.

On ne connaît, jusqu'à présent, qu'une seule combinaison du zinc avec l'oxigène. Cet oxide est une poudre blanche, sans saveur, insoluble dans l'eau.

Le zinc s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais, jusqu'à présent, on a vainement tenté de le combiner avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

13. *Bismuth.* — Les mines de ce métal, dont la découverte ne date que du seizième siècle, sont très rares et ne se rencontrent qu'en Allemagne.

Le bismuth est d'une couleur blanche rougeâtre et presque entièrement dépourvu de saveur et d'odeur; sa structure est lamelleuse.

Le bismuth entre en fusion à la température de 250° centigrades; et si alors la chaleur est augmentée, il s'élève en vapeur et peut être distillé à vaisseaux clos. Si, lorsqu'il est fondu, on le laisse refroidir lentement, et qu'aussitôt qu'il est figé à sa surface on fasse écouler la portion encore liquide du métal, le reste se trouve cristallisé en parallélipipèdes qui se croisent à angles droits.

Le bismuth se ternit promptement à l'air; mais il n'y éprouve pas d'autre altération sensible. Il n'a point d'action sur l'eau.

L'acide sulfurique concentré et bouillant n'a que très peu d'action sur le bismuth, que l'acide nitrique dissout avec rapidité et énergie.

Le bismuth s'allie avec la plupart des métaux.

Huit parties de bismuth, cinq de plomb et trois d'étain, constituent un alliage qui se fond à la chaleur de l'eau bouillante, et on peut le tenir en

fusion, au-dessus de la flamme d'une bougie, dans une carte, sans qu'elle s'enflamme.

Il existe deux combinaisons définies d'oxigène et de bismuth : le protoxide est d'un brun jaunâtre; le peroxide est d'un beau blanc de perle; on obtient le protoxide en tenant le bismuth en fusion, avec le contact de l'air; on obtient le protoxide précipité en poudre blanche, en versant de l'eau dans une dissolution de bismuth dans l'acide nitrique.

Le bismuth s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais on n'a pu encore le combiner avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

14. *Antimoine.* — La découverte de ce métal semble appartenir à Basile Valentin, qui le premier fit connaître le moyen de l'extraire de sa mine (sulfure d'antimoine), dans son ouvrage intitulé *Cursus triumphalis antimonii*, et publié vers la fin du quinzième siècle.

L'antimoine est un métal d'un blanc grisâtre, avec grand éclat; sa texture lamelleuse est composée de plaques qui se croisent dans tous les sens, et qui ont quelquefois l'apparence de cristaux imparfaits.

L'antimoine a une saveur et une odeur très sensibles, et qu'on reconnaît particulièrement lorsqu'on en a tenu et frotté pendant quelque temps des morceaux entre les doigts.

L'antimoine fond à 432° centigrades, ou lorsqu'il est à peine chauffé au rouge. Si alors la chaleur est continuée, il s'élève en vapeur; il prend, en refroidissant, la forme de cristaux oblongs, perpendiculaires à la surface intérieure du vaisseau dans lequel il refroidit. C'est à ce mode de cristallisation qu'est due la structure lamelleuse que l'antimoine prend toujours.

Il n'éprouve d'autre altération à l'air que la perte de son éclat métallique. L'eau n'a point d'action

sur lui à froid; mais, lorsqu'on fait passer un courant de vapeur d'eau sur le métal rouge de feu, elle est si rapidement et si énergiquement décomposée, qu'il en résulte une détonation violente.

L'acide hydrochlorique attaque et dissout l'antimoine qui est attaqué par plusieurs autres acides.

L'antimoine s'allie avec la plupart des métaux.

Il existe certainement trois et probablement quatre combinaisons distinctes d'antimoine et d'oxigène. Le protoxide de M. Berzelius est une poudre grise noirâtre, qui s'obtient au pôle positif de l'appareil voltaïque, quand on en fait toucher le conducteur avec un mélange d'antimoine en poudre et d'eau.

Le deutoxide est une poudre d'un blanc sale qui se fond à une chaleur rouge médiocre, et cristallise en refroidissant. Le tritoxide est le produit immédiat de la combustion du métal. Il est d'une belle couleur blanche, et on peut encore l'obtenir en faisant agir à chaud l'acide nitrique sur le métal. Le peroxide se produit quand on chauffe le métal en poudre fine, avec trois fois son poids de nitrate de potasse dans un creuset d'argent. Après avoir séparé par l'eau chaude l'excès de potasse et de nitre, on décompose l'antimoniate de potasse par l'acide hydrochlorique, et l'on obtient alors de l'acide antimonique, insoluble, de couleur paille.

Le tritoxide et le peroxide font les fonctions d'acide, en neutralisant les bases, et constituant des antimonites et des antimoniates.

L'antimoine s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais on ne l'a pas encore combiné avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

15. *Manganèse.* — La découverte de ce métal date de 1774, époque de la dissertation de Schèele sur le minéral appelé alors manganèse et qu'il prouva être un oxide métallique. Le docteur Gahn réduisit

le métal par le procédé suivant : il enduisit l'intérieur d'un creuset de poussier de charbon humecté d'eau ; il mit dans ce creuset un peu du minéral dont il forma une boule avec de l'huile, et il le remplit de poussier de charbon. Il luta un autre creuset sur celui-ci et exposa le tout pendant environ une heure à une chaleur très intense ; il trouva, au fond du creuset, un bouton métallique, ou plutôt un certain nombre de globules métalliques, de manganèse réduit.

Le manganèse, lorsqu'il est pur, est d'un blanc tirant sur le gris, ressemblant à la fonte de fer, et il a un grand éclat. Sa texture est grenue. Il n'a ni saveur ni odeur.

Le manganèse est si difficile à fondre, qu'on n'est pas encore parvenu à produire assez de chaleur pour le couler en masse un peu considérable.

Le manganèse est altéré par son exposition à l'air; il y perd promptement son éclat et devient successivement gris, violet, brun et noir. Cette altération dans sa couleur a lieu plus promptement encore quand on chauffe le métal avec le contact de l'air. L'eau le décompose avec énergie et rapidité.

L'acide sulfurique concentré attaque le manganèse ; l'acide sulfurique étendu d'eau le dissout ; il se dissout avec effervescence dans l'acide nitrique. L'acide hydrochlorique l'attaque et le dissout.

Le manganèse se fond et s'allie aisément avec la plupart des métaux, mais il ne s'unit pas au mercure.

On n'est point d'accord sur le nombre des combinaisons définies d'oxigène et de manganèse; suivant sir H. Davy il n'en existe que deux; le protoxide est olive, et le peroxide est noir.

Le manganèse s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore ; mais on ne l'a point encore combiné avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

16. *Cobalt.* — On employait, depuis le quin-

zième siècle, dans plusieurs contrées de l'Europe, pour donner au verre une couleur bleue, un minéral gris et très pesant, sans en connaître la nature, lorsque Brandt, l'ayant examiné, y découvrit un métal nouveau, auquel il donna le nom de cobalt.

Le cobalt est d'un gris un peu rosé et sans aucun éclat. Il est ou lamelleux, ou grenu, ou fibreux, suivant le degré de feu qu'on a employé pour le fondre. Il n'a ni odeur ni saveur sensible.

Le cobalt est magnétique, mais à un plus faible degré que l'acier et le nickel.

Il fond à 130° de Wedgewood; mais il ne se volatilise à aucun degré de chaleur que nous puissions produire.

Le cobalt n'éprouve aucune altération à l'air, ni lorsqu'il est gardé sous l'eau.

Le cobalt est attaqué et dissous par plusieurs acides.

Le cobalt s'allie avec plusieurs métaux.

On connaît deux combinaisons définies d'oxigène et de cobalt. Le protoxide est bleu, azur foncé, et le peroxide est noir-bleu.

Ce protoxide se dissout dans les acides sans effervescence. Sa dissolution dans l'acide hydrochlorique est verte, lorsque l'acide est concentré; s'il est étendu d'eau, elle est rose. Sa dissolution dans les acides sulfurique et nitrique est toujours rose.

Le peroxide se dissout avec effervescence dans l'acide hydrochlorique.

Le cobalt s'unit au chlore, au soufre et au phosphore; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

§. VI. — 7 ÉLÉMENS MÉTALLIQUES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE ACIDIFIÉS EN S'UNISSANT AVEC L'OXIGÈNE.

17. *Tellure.* — La découverte de cet élément, faite, en 1782, par M. Muller de Reichenstein, dans une mine du mont Fatzbay, en Transylvanie, ne

fut pleinement confirmée qu'en 1798, par Klaproth, qui reconnut ce nouveau métal dans quelques autres mines de la Transylvanie.

Le tellure, à l'état de pureté, est d'un blanc bleuâtre tenant le milieu entre la couleur du zinc et celle du plomb, avec un grand éclat métallique. Il est très cassant et sa cassure est lamelleuse.

Il fond, avant d'être à l'état d'ignition, et à une température un peu supérieure à celle nécessaire pour la fusion du plomb, mais inférieure à celle nécessaire pour la fusion de l'antimoine. En augmentant la chaleur, il bout, s'évapore et s'attache en gouttes brillantes à la partie supérieure de la cornue dans laquelle on le chauffe. Lorsqu'il est refroidi lentement, il cristallise.

Le tellure est attaqué et dissous par plusieurs acides. Il colore l'acide sulfurique en un pourpre foncé ; l'eau l'en sépare en flocons noirs, et par la chaleur il en est précipité en blanc.

Le tellure s'allie facilement à la plupart des métaux.

On ne connaît encore qu'une seule combinaison définie d'oxigène et de tellure. Cet oxide jouit des propriétés acides : on peut l'obtenir en chauffant le tellure au chalumeau sur un charbon; il brûle avec une flamme d'un bleu vif, verdâtre sur les bords, et il se dissipe complétement en vapeurs d'un blanc grisâtre, d'une odeur pénétrante qui, suivant Klaproth, ressemble à celle des raves; ces vapeurs, condensées, sont l'oxide blanc de tellure qu'on se procure en le précipitant, par une addition d'eau, de la dissolution du métal dans l'acide hydrochloronitrique.

Le tellure s'unit au chlore, à l'iode, à l'hydrogène, au soufre et au phosphore; on ne l'a point encore combiné avec le fluor, l'azote, le carbone et le bore.

18. *Arsenic.* — La découverte de cet élément fut faite par Brandt, en 1733, et ne date réellement

que de cette époque, quoique le minerai arsenical fût très antérieurement connu et qu'Avicennes en eût fait mention dès le onzième siècle. L'arsenic pur s'obtient, suivant M. Thenard, par la calcination de l'arsenic qu'on trouve dans le commerce en masse cristallisée et noirâtre; on met deux ou trois cents grammes d'arsenic du commerce dans une cornue de grès à long col; on la dispose dans un fourneau à réverbère, de manière que tout le col soit presque hors du fourneau; on la ferme avec un bouchon légèrement troué et on la chauffe peu à peu jusqu'au rouge; l'arsenic se sublime, se condense et se moule dans le col, tandis que les matières étrangères restent au fond de la cornue. Lorsque la cornue est refroidie, on en casse le col, on en retire l'arsenic, et on le conserve dans des flacons pleins d'eau privés d'air, à larges ouvertures et bouchés à l'émeri; s'ils étaient bouchés avec du liége, l'arsenic se ternirait, parce que l'air pénétrerait à travers le bouchon.

L'arsenic est d'une couleur blanche bleuâtre, semblable à celle de l'acier, et très brillante, mais susceptible de se ternir par son exposition à l'air; elle y devient jaunâtre d'abord, et passe ensuite au noir. L'arsenic n'a ni saveur, ni odeur sensible quand il est froid; mais quand on le chauffe, il développe une forte odeur d'ail qui est très caractéristique. Il est très fragile, et sa cassure est lamelleuse. On le réduit facilement en poudre très fine en le triturant dans un mortier.

On ne connaît pas précisément le degré de chaleur auquel l'arsenic fond, parce qu'il se sublime avant d'entrer en fusion, lorsqu'on l'expose dans des vaisseaux fermés à une chaleur de 180° centigrades.

L'arsenic peut être gardé sous l'eau sans y éprouver d'altération, mais il se ternit promptement à l'air; il y devient noir et pulvérulent.

L'acide sulfurique et l'acide hydrochlorique ont très peu d'action à froid sur l'arsenic; mais ces

acides bouillans l'attaquent facilement, et l'acide nitrique agit toujours très vivement sur lui.

L'arsenic s'allie à la plupart des métaux.

On connaît deux combinaisons définies d'arsenic et d'oxigène, et toutes deux jouissent des propriétés acides.

Le *protoxide* ou l'acide *arsenieux* s'obtient en chauffant l'arsenic et en le sublimant avec le contact de l'air. C'est une poudre blanche, friable, d'apparence vitreuse, et d'une odeur d'ail : elle a une saveur très âpre qui finit par produire une impression douceâtre. C'est un poison extrêmement violent.

Le *peroxide* ou l'acide *arsenique* s'obtient en dissolvant huit parties d'acide arsenieux dans un mélange de deux parties seulement d'acide hydrochlorique et de vingt-quatre parties d'acide nitrique. Après avoir introduit ce mélange dans une cornue, on distille jusqu'à siccité, on fait chauffer au rouge le résidu bien sec, et on le laisse refroidir. C'est l'acide arsenique solide dont la saveur n'est pas très forte, mais qui devient excessivement aigre quand il a été dissous dans l'eau, et il reste alors à l'état liquide, lors même que l'on évapore la dissolution jusqu'à consistance de gelée. C'est un poison aussi violent que l'acide arsenieux, et en général toutes les préparations arsenicales sont tellement délétères qu'on ne saurait user de trop de précautions quand on les prépare.

L'arsenic s'unit au chlore, à l'iode, à l'hydrogène, au soufre et au phosphore; mais on ne l'a pas encore combiné avec le fluor, l'azote, le carbone et le bore.

19. *Chrôme.* — La découverte de cet élément est due à M. Vauquelin, qui la fit en 1797.

Le chrôme est d'un blanc qui tient le milieu entre la couleur de l'étain et celle de l'acier. Il jouit des propriétés magnétiques, mais à un plus faible degré que le fer, le nickel et le cobalt.

Le chrôme exige pour se fondre une température très élevée ; mais on n'en a pas précisément déterminé le degré.

Il résiste à l'action de tous les acides, excepté à celle de l'acide hydrochloronitrique, qui, à la chaleur de l'eau bouillante, le dissout complétement.

Le chrôme n'a encore été allié qu'à un très petit nombre de métaux.

On connaît trois combinaisons définies de chrôme et d'oxigène ; le protoxide est *vert*, infusible et indécomposable par la chaleur ; le deutoxide est *brun*, et le *peroxide*, ou acide *chromique*, est jaune.

Le chrôme s'unit au chlore, au soufre et au phosphore ; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

20. *Molybdène.* — Hielm obtint, en 1782, ce métal, dont Schèele et Bergman avaient soupçonné l'existence.

On n'a pu jusqu'à présent se procurer le molybdène qu'en petits grains, ou en petits morceaux imparfaitement agglutinés dans une masse noirâtre brillante, et qui se brisent facilement par la percussion.

Le molybdène est d'un blanc jaunâtre ; il n'est point altéré par l'eau, et il résiste au feu de nos meilleures forges.

L'acide nitrique et l'acide hydrochloronitrique sont les seuls acides qui agissent sur le molybdène.

Le molybdène s'unit à plusieurs métaux, et forme avec eux des alliages cassans ou friables.

On connaît trois combinaisons définies du molybdène et de l'oxigène. Le *protoxide* est brun, le *deutoxide*, ou acide *molybdeux*, est bleu ; et le *peroxide*, ou acide *molybdique*, est blanc.

Le protoxide s'obtient en chauffant à l'air le sulfure de molybdène jusqu'à ce que le soufre s'en soit séparé en brûlant, et que le métal ait été transformé en acide molybdique. On dissout cet

acide dans l'ammoniaque; et, après avoir évaporé jusqu'à siccité le molybdate d'ammoniaque, on chauffe au blanc le résidu sec dans un creuset en l'y recouvrant de poussier de charbon. L'oxide qu'on trouve au fond du creuset est d'un brun cuivreux avec apparence cristalline.

Le deutoxide, ou acide molybdeux, s'obtient en triturant dans un mortier un mélange d'une partie de molybdène en poudre et de deux parties d'acide molybdique. On met le mélange à l'état de bouillie, avec de l'eau chaude, jusqu'à ce qu'il devienne bleu. On y ajoute alors 8 ou 10 parties d'eau, et on fait bouillir le tout pendant quelques minutes. On filtre la dissolution, et on l'évapore à une température qui n'excède pas 49° centigrades. Le deutoxide reste à l'état d'une poudre fine de couleur bleue.

On obtient le peroxide ou acide molybdique en grillant le sulfure natif de molybdène et dissolvant le résidu gris dans l'ammoniaque; on verse dans la liqueur de l'acide nitrique, et l'acide molybdique se précipite à l'état de pureté.

Le molybdène s'unit au chlore, au soufre et au phosphore; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

21. *Tungstène.* — La découverte de cet élément ne date réellement que de 1786, et elle appartient à MM. Elhuyart, quoiqu'elle ait été pressentie antérieurement en 1781 par Schèele, et plus tard par Bergman.

Le tungstène est un métal d'un blanc grisâtre, très brillant, excessivement dur et assez cassant.

Le tungstène résiste au feu de nos meilleures forges; il exige pour sa fusion une température au moins égale à 170° de Wedgewood, et paraît, comme tous les autres métaux, susceptible de cristallisation par refroidissement.

Le tungstène s'allie à quelques métaux.

Le tungstène est insoluble dans les acides.

On connaît deux combinaisons définies du tungstène et de l'oxigène; le protoxide est brun et le *peroxide* ou acide *tungstique* est jaune.

Le tungstène s'unit au chlore et difficilement au soufre; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

22. *Colombium.*—Cet élément, découvert en 1801 par M. Hatchett, dans un minéral venant d'Amérique, a été trouvé depuis par M. Ekeberg dans des minéraux de Suède.

Le colombium ou tantale est d'un gris foncé, et lorsqu'on le râcle avec un couteau, ou qu'on le frotte sur une meule, il prend l'éclat métallique avec l'apparence du fer. Le plus violent feu de forge ne fait que l'agglutiner, et ces grains métalliques rayent le verre et se laissent aisément réduire en poudre.

Il s'allie à quelques métaux.

Il est inattaquable par tous les acides, même par l'acide hydrochloronitrique.

On ne connaît qu'une seule proportion définie du colombium et de l'oxigène. On obtient cet oxide, ou *acide colombique*, en chauffant le colombium au rouge avec le contact de l'air; il prend feu, brûle sans flamme, et s'éteint de lui-même s'il est retiré du feu; il se réduit par cette combustion en un oxide d'un blanc grisâtre qui jouit des propriétés acides.

On n'a point encore réussi à combiner le colombium avec le chlore, l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone, le bore, le soufre et le phosphore.

23. *Selenium.* — Cet élément, dont M. Berzelius fit la découverte en 1819, en traitant la pyrite de Fahlun, a depuis été trouvé dans deux autres minéraux de Suède.

Le selenium est d'un brun brillant ou terne, suivant qu'on le refroidit plus ou moins prompte-

ment après l'avoir fondu; lorsqu'on le réduit en poudre, il est d'un rouge foncé; il n'a ni saveur ni odeur; il se raye et se pulvérise facilement.

Le selenium exposé à l'action du feu s'y ramollit, devient demi-liquide à 100° centigrades et se fond complétement à une température de quelques degrés au-dessus. Pendant son refroidissement, il se conserve long-temps dans un état mou et demi-liquide, comme la cire d'Espagne; on peut le pétrir entre les doigts et le tirer en longs fils, qui ont beaucoup d'électricité et qui sont sensiblement translucides, s'ils sont plats et minces. Ces fils, vus par la lumière transmise, sont rouges; mais par la lumière réfléchie, ils sont gris et avec éclat métallique. Lorsqu'on chauffe le selenium dans une cornue, il commence à bouillir à une température au-dessous de celle d'une chaleur rouge; il prend la forme d'une vapeur d'un jaune foncé, couleur qui cependant n'est pas aussi intense que celle de la vapeur de soufre; mais elle l'est davantage que la couleur de la vapeur de chlore. La vapeur se condense dans le col de la cornue, et y forme des gouttelettes noires, qui se rassemblent et se réunissent en gouttes plus grosses, comme dans la distillation du mercure.

Si l'on chauffe le selenium dans l'air, ou dans des vaisseaux assez larges pour que la vapeur puisse être condensée par l'air froid, il se produit une fumée rouge qui n'a aucune odeur particulière et qui est condensée sous la forme d'une poudre rouge de cinabre, donnant une espèce de fleur, comme cela a lieu avec le soufre dans les mêmes circonstances. Une odeur de radis se manifeste seulement lorsque la chaleur devient assez forte pour déterminer l'oxidation du selenium.

Le selenium s'allie à la plupart des métaux.

On connaît deux combinaisons définies du selenium et de l'oxigène. Le protoxide est gazeux et a une saveur caractéristique de radis. Le peroxide

ou *acide sélénique* est sous la forme de très longues aiguilles tétraèdres. C'est par l'action de l'acide hydrochloronitrique sur le selenium que l'acide sélénique est le plus aisément formé.

Le selenium s'unit à l'hydrogène, au soufre et au phosphore; on ne l'a point encore combiné avec le chlore, l'iode, le fluor, l'azote, le carbone et le bore.

§. VII. — 6 ÉLÉMENS MÉTALLIQUES PRODUISANT DES OXIDES PEU CONNUS JUSQU'A PRÉSENT.

24. *Osmium.* — Ce métal, découvert en 1803, par M. Tennant, dans le platine brut, est d'un gris foncé et assez brillant.

On n'a pu jusqu'à présent parvenir à le fondre, et il ne paraît pas susceptible d'être attaqué par les acides.

Il s'allie avec plusieurs métaux et s'amalgame avec le mercure.

L'osmium s'oxide facilement, en le chauffant à l'air; il exhale alors une odeur qui lui est particulière, et cet oxide paraît céder son oxigène à tous les métaux, excepté l'or et le platine.

25. *Rhodium.* — Ce métal, découvert en 1804, par le docteur Wollaston, dans le platine brut, est d'un blanc tirant sur le gris.

Il est jusqu'à présent infusible et insoluble dans tous les acides.

Il s'allie facilement avec la plupart des métaux, mais il ne s'amalgame pas avec le mercure.

Le rhodium s'oxide en le réduisant en poudre et en le chauffant graduellement jusqu'au rouge avec le contact de l'air. Cet oxide exposé à la chaleur conserve la couleur noire.

26. *Iridium.* — Ce métal, découvert en 1803, par M. Tennant, dans le platine brut, est d'une couleur blanche semblable à celle du platine; il est infusible et inattaquable par tous les acides.

Il s'allie avec quelques métaux.

L'iridium se combine avec l'oxigène, mais cet oxide se forme difficilement et cède volontiers son oxigène.

27. *Urane.* — Ce métal, découvert en 1789, par Klaproth, dans un minéral de Saxe, nommé *pechblende*, est d'un gris foncé très brillant; il est assez mou pour être facilement entamé par le couteau et assez cassant.

Il est attaqué par plusieurs acides.

On ne connaît encore aucun des alliages de l'urane avec les autres métaux.

L'urane exposé à nos feux de forge les plus violens éprouve à peine un commencement de fusion; mais en le chauffant au rouge, avec le contact de l'air, il éprouve une sorte de combustion, devient ardent comme un charbon embrasé, et se convertit promptement en une poussière noire grisâtre, qui ne change plus par la continuation de la chaleur. Cette poudre est le protoxide d'urane. Le peroxide d'urane est jaune et s'obtient en le précipitant par la potasse de la dissolution nitrique du protoxide. On ne connaît encore que ces deux combinaisons définies de l'urane et de l'oxigène.

L'urane se combine avec les substances vitrifiables, en les colorant en brun ou en vert. Sur la porcelaine, avec le fluor ordinaire, il produit une couleur orangée.

28. *Titane.* — Ce métal, découvert en 1791, par M. Gregor, dans le sable ferrugineux de la vallée de Menachan dans le Cornouailles, est d'une couleur de cuivre foncée, avec un grand éclat métallique, cassant, et en petites écailles très élastiques. Il se ternit à l'air et s'oxide facilement par la chaleur, en prenant alors un aspect bleu. Il détone avec le nitre et il est éminemment infusible. Tous les acides concentrés ont une action très énergique sur ce métal, qui, suivant M. Vauquelin, est volatilisé par une chaleur intense.

Le titane s'allie difficilement aux autres métaux, et on a essayé sans succès de l'allier avec l'argent, le cuivre, le plomb et l'arsenic; mais avec le fer on obtient un alliage gris entremêlé de particules jaunes brillantes, et qui est infusible.

On connaît jusqu'à présent trois combinaisons définies du titane et de l'oxigène; le protoxide est bleu, et s'obtient en exposant le métal à l'air; le deutoxide est rouge, et se trouve dans la nature; le peroxide est blanc, et peut s'obtenir en fondant l'oxide rougé dans un creuset avec quatre fois son poids de potasse et en dissolvant le tout dans l'eau; il se précipite aussitôt en poudre blanche qui est le peroxide de titane.

L'oxide de titane se combine avec les substances vitrifiables et les colore en jaune ou en brun.

29. *Cerium.* — Ce métal, découvert en 1804, par MM. Berzelius et Hisiger, dans la mine de cuivre de Batsnaes, en Suède, est d'un blanc grisâtre; il est lamelleux, très cassant et presque infusible, cependant on parvient à en sublimer de petites portions.

On n'a encore allié le cerium qu'avec le fer, et l'on a essayé sans succès de l'unir avec le plomb.

En chauffant le cerium jusqu'au rouge, avec le contact de l'air, il s'oxide et devient blanc.

On ne connaît jusqu'à présent que deux combinaisons définies du cerium et de l'oxigène. Le protoxide est blanc et le peroxide est d'un brun rougeâtre.

§. VIII. — 13 ÉLÉMENS MÉTALLIQUES FORMANT, AVEC L'OXIGÈNE, LES BASES ALCALINES ET TERREUSES.

30. *Potassium.* — Cet élément fut découvert en 1807, par sir H. Davy, en soumettant la potasse (protoxide de potassium) à l'action d'un appareil voltaïque de deux cents doubles plaques d'environ

un décimètre carré; l'oxigène se sépara au pôle positif, et de petits globules de potassium apparurent à la surface négative.

MM. Gay-Lussac et Thenard découvrirent bientôt après qu'on peut se procurer le potassium en plus grande quantité, en faisant chauffer jusqu'au blanc des tournures de fer dans un canon de fusil recourbé et en faisant arriver lentement en contact avec ces tournures, tout accès de l'air étant interdit, de la potasse pure fondue. Le potassium se rassemble dans la partie froide du tube.

Le potassium a la couleur et l'éclat du mercure, quand il est récemment coupé, mais il se ternit promptement à l'air. Pour le conserver sans altération, il faut l'enfermer dans de petites fioles et le recouvrir d'huile de naphte bien pure. Il est solide à la température ordinaire de l'atmosphère, et assez mou pour être facile à pétrir entre les doigts, ce qui ne peut se faire sans danger qu'autant que sa surface est couverte d'huile. Lorsqu'on jette du potassium dans l'eau, il surnage et brûle rapidement avec une belle flamme d'un rouge vif mêlé de violet. L'eau est alors convertie en une dissolution de potasse.

Le potassium entre en fusion à 58° centigrades et se volatilise rapidement; il s'allie à la plupart des métaux, et ces alliages sont aigres.

On connaît deux combinaisons définies du potassium et de l'oxigène; le protoxide ou la potasse est blanc; le peroxide est jaunâtre.

Potasse. — Le potassium exposé à l'air absorbe l'oxigène, et il se recouvre dans quelques minutes d'une croûte de potasse, qui, en absorbant l'eau, la décompose rapidement, et dans très peu de temps le tout devient une dissolution saturée de potasse.

Il existe plusieurs moyens d'obtenir la potasse. Si, après avoir réduit en cendres une quantité suffisante de bois, on les lessive jusqu'à ce que l'eau qui en sort n'ait plus aucune espèce de sa-

veur, et qu'ensuite on évapore jusqu'à siccité la liqueur du lavage préalablement filtrée, on aura pour résidu de cette évaporation de la *potasse;* dans cet état elle est, à la vérité, mêlée avec plusieurs autres substances qui l'accompagnent ordinairement, mais dont on la débarrassera en majeure partie en la chauffant au rouge. On peut l'obtenir parfaitement pure de la manière suivante :

Mêlez cette potasse, déjà préalablement purifiée, en la chauffant au rouge, avec deux fois son poids de chaux vive et dix fois son poids d'eau pure, faites bouillir ce mélange pendant quelques heures dans un vaisseau de fer propre, ou bien, abandonnez-le pendant quarante-huit heures dans un vase de verre, en le remuant au besoin; filtrez alors, et faites évaporer très promptement la liqueur dans un vaisseau d'argent, jusqu'à ce qu'elle soit assez concentrée pour prendre, par le refroidissement, la consistance du miel. Ajoutez-y alors de l'alcool en quantité égale au tiers de la potasse employée, agitez bien le mélange; mettez-le sur le feu; faites bouillir pendant une minute ou deux; et alors versez-le dans un vaisseau de verre fermé avec un bouchon de liége. La liqueur se séparera peu à peu d'elle-même en deux couches. Celle inférieure contient les matières étrangères, en partie dissoutes dans l'eau, et en partie à l'état solide, et la couche supérieure est une dissolution d'un brun rougeâtre, de potasse pure dans l'alcool; décantez cette dissolution alcoolique dans une bassine d'argent, et faites-la évaporer, jusqu'à ce qu'il se forme une croûte à sa surface, et que la liqueur au-dessous ait acquis une consistance à devenir solide par le refroidissement. Versez alors la liqueur dans un vase de porcelaine; elle se solidifiera, en se refroidissant, en une belle substance blanche, qui est la potasse pure; on la brise pour la renfermer aussitôt dans une fiole bouchée bien exactement.

Ce procédé est dû à Berthollet; celui proposé d'abord par Lowitz, de Pétersbourg, est moins dispendieux; il consiste à faire bouillir ensemble, comme dans le procédé ci-dessus décrit, de la potasse et de la chaux vive. On filtre la liqueur; on l'évapore jusqu'à ce qu'il se forme une pellicule à sa surface; on la laisse ensuite refroidir, et on en sépare tous les cristaux qui s'y sont formés, et qui sont tous des sels étrangers; on continue alors l'évaporation dans un vaisseau de fer, en enlevant soigneusement avec une écumoire du même métal la pellicule à mesure qu'elle paraît à la surface; lorsqu'il ne s'y en forme plus et que la matière a cessé de bouillir, on la retire du feu, et on la remue continuellement avec une spatule de fer pendant qu'elle refroidit. On la dissout alors dans le double de son poids d'eau; on filtre la dissolution et on l'évapore dans un vaisseau de fer, jusqu'à ce qu'on s'aperçoive qu'il s'y dépose des cristaux réguliers: si la masse se consolide en se refroidissant, on y ajoute un peu d'eau, et on la chauffe de nouveau; lorsqu'il y a une quantité suffisante de cristaux formés, on décante la liqueur, devenue d'une couleur très brune, qui les surnage; on la garde dans une bouteille bien bouchée, jusqu'à ce que la matière brune se soit déposée, qu'on puisse l'évaporer de nouveau, et en obtenir encore des cristaux. Dans les manipulations chimiques, la potasse obtenue par ce dernier procédé, s'appelle *potasse traitée à la chaux*, ou *rendue caustique*. Dans le premier procédé de Berthollet, le produit obtenu est de la *potasse purifiée à l'alcool*.

La potasse, obtenue pure, est une substance cassante de couleur blanche. Elle jouit éminemment des propriétés alcalines. Son odeur est analogue à celle qui se répand lorsqu'on éteint la chaux vive; sa saveur est singulièrement âcre, et elle est si excessivement corrosive, qu'à quelque partie du corps qu'elle soit appliquée, elle la détruit presque

instantanément. C'est à raison de cette propriété qu'on l'a appelée *caustique;* sa pesanteur spécifique est de 1,7085.

Le peroxide de potassium s'obtient en chauffant le métal dans le gaz oxigène; il y a combustion très énergique dont le produit ou *peroxide* est un corps solide de couleur jaune. Il est fusible à une température plus élevée que celle nécessaire pour fondre la potasse à l'alcool, et cristallise en lames par le refroidissement. Lorsqu'on le met en contact avec l'eau, il se produit une vive effervescence, et le peroxide est réduit à l'état de potasse en abandonnant l'excès d'oxigène qu'il contenait.

Le potassium s'unit avec le chlore, l'iode, l'hydrogène, l'azote, le soufre et le phosphore; on ne l'a point encore combiné avec le fluor, le carbone et le bore.

31. *Sodium.* — Cet élément fut découvert en 1807 par sir H. Davy, de la même manière que le potassium, et MM. Gay-Lussac et Thenard l'obtinrent par un procédé analogue à celui que nous avons décrit pour la préparation du potassium; mais il faut un pouvoir voltaïque plus grand et un plus haut degré de chaleur pour décomposer la soude que pour opérer le même effet sur la potasse.

Le sodium a l'aspect du plomb quand il est récemment coupé; il se ternit à l'air plus lentement que le potassium, auquel il ressemble dans un grand nombre de ses caractères; mais, lorsqu'on le projette sur l'eau, il ne s'enflamme pas; il y produit seulement une vive effervescence.

Le sodium entre en fusion à la température de 90° centigrades, et pour se volatiliser il en exige une beaucoup plus élevée que la potasse. Il s'allie avec quelques métaux.

On connaît deux combinaisons définies du sodium et de l'oxigène; le *protoxide* ou la *soude* est d'un blanc grisâtre; le *peroxide* est de couleur orange verdâtre.

Soude. — Le sodium exposé à l'air absorbe l'oxi-

gène et se convertit, à sa surface, en soude qui absorbe et décompose l'eau, en sorte que le tout devient une dissolution saturée de soude; cet effet, analogue à celui de l'air sur le potassium, a lieu plus lentement.

On appelait autrefois la soude *alcali minéral*, parce que, sous le nom de *natron*, on la trouve native dans des sutures ou croûtes minérales. La substance impure du commerce appelée *barille* est le résidu de l'incinération du *salsola soda*. On distingue par le nom de *kelp* ou *caillotis*, le produit en cendres de plantes marines, telles que les algues, les fucus, etc.; cet article de commerce est encore plus impur, comme tenant à peine au-delà de deux ou trois pour cent de soude réelle, tandis que la barille en contient quelquefois jusqu'à vingt. Pour obtenir la soude pure on fait bouillir une dissolution de carbonate de soude pure avec la moitié de son poids de chaux vive; et après que la liqueur a déposé, on la décante claire, on l'évapore dans un vaisseau de fer décapé ou d'argent, jusqu'à ce que le liquide coule comme de l'huile; en le recevant alors sur une plaque de fer poli, il y prend l'état concret, sous la forme d'un gâteau blanc, dur, qu'il faut briser aussitôt en morceaux, qu'on renferme étant encore chauds, dans une fiole bien bouchée. Si le carbonate de soude n'est pas parfaitement pur, alors, après l'action de la chaux vive, et la concentration de la lessive qui a lieu de suite, il faut la mettre en digestion avec de l'alcool, qui ne dissoudra que la soude caustique pure, en laissant les sels hétérogènes. En distillant ensuite l'alcool dans un alambic d'argent, l'alcali peut être alors obtenu à l'état de pureté.

Cette substance solide, blanche, n'est cependant pas de la soude absolue, mais un hydrate, dont 100 parties consistent dans environ 23 parties d'eau et 77 parties de soude. Si l'on expose à l'air un morceau de cette soude, il se ramollit et devient

pâteux; mais il ne tombe jamais en déliquescence, en un liquide d'apparence huileuse, comme cela a lieu avec la potasse; la soude, en effet, devient promptement plus sèche à l'air, parce qu'elle en absorbe l'acide carbonique, ce qui la fait passer à l'état d'un carbonate efflorescent.

Il existe entre la soude et la potasse une telle analogie, qu'on avait confondu ensemble ces deux espèces d'alcalis, jusqu'à l'époque où Duhamel eut prouvé le premier, en 1736, que la base du sel marin est la soude, et que cette base diffère de la potasse; et ses conclusions, à ce sujet, furent confirmées par Margraf en 1758.

Les effets de la chaleur sur la soude sont absolument les mêmes que ceux qu'elle produit sur la potasse; son odeur et sa saveur se rapportent exactement à celle de la potasse; son action sur les corps des animaux est la même.

Le peroxide de sodium s'obtient aisément en chauffant le sodium dans le gaz oxigène, où il brûle avec un grand éclat, et le produit de la combustion ou peroxide est un corps solide fusible à une température beaucoup plus élevée que celle nécessaire pour fondre le peroxide de potassium. Mis en contact avec l'eau, il est converti en soude, en dégageant l'excès d'oxigène qu'il contient.

Le sodium s'unit avec le chlore, l'iode, le soufre et le phosphore; mais on ne l'a pas encore combiné avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

32. *Lithium.* — Cet élément, récemment découvert à l'aide de l'électricité voltaïque, par sir H. Davy, n'a pu être obtenu par MM. Arfwesdan et Gmelin, qui se sont occupés de recherches sur la *lithine*, ou oxide de lithium.

La lithine se trouve dans un minéral provenant de la mine d'Uto, en Suède, appelé petalite par M. Dandrada, qui le distingua le premier.

L'oxide de lithium, ou lithine, est une substance

blanche qui jouit des propriétés alcalines. Elle reste parfaitement sèche à l'air, dont elle n'absorbe pas l'humidité; mais elle s'y combine avec l'acide carbonique.

Le lithium s'unit au chlore et au soufre; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone, le bore, le soufre et le phosphore.

33. *Calcium.* — La découverte de cet élément fut faite par sir H. Davy, en 1807, à l'aide de l'électricité voltaïque; mais il ne put parvenir à en reconnaître les propriétés.

Ce métal est d'un blanc d'argent, solide, et beaucoup plus pesant que l'eau; chauffé à l'air, il brûle avec splendeur et produit un oxide qui est la chaux vive.

Le calcium s'amalgame avec le mercure et s'allie au potassium et au sodium.

Chaux. — On se procure ordinairement la chaux, pour les opérations de chimie, du marbre de l'espèce la plus blanche, ou du spath calcaire, par une longue exposition de ces corps à une forte chaleur rouge. C'est une substance blanche médiocrement dure, d'une pesanteur spécifique de 2,3. Elle exige, pour sa fusion, un degré intense de chaleur, et l'on n'est point encore parvenu à la volatiliser; sa saveur est caustique, astringente et alcaline; elle est soluble dans 450 parties d'eau, suivant sir Humphry Davy; et, selon d'autres chimistes, dans 760 parties; sa dissolubilité n'est point augmentée par la chaleur. Si l'on arrose d'un peu d'eau seulement de la chaux récemment faite, cette eau est rapidement absorbée avec développement de beaucoup de chaleur et dégagement de vapeur. Cet effet est ce qui constitue le phénomène appelé extinction de la chaux. La chaleur provient, suivant l'explication qu'en donne le docteur Black, de la consolidation de l'eau liquide dans la chaux, formant un *hydrate*, ainsi qu'on appelle actuellement la chaux

éteinte : c'est un composé de 3,56 parties de chaux avec 1,125 d'eau, ou à très peu près, dans le rapport de 3 de chaux à 1 d'eau. Cette eau peut en être chassée par une chaleur rouge. L'eau de chaux est astringente et un peu âcre au goût; elle change en vert les couleurs bleues végétales, les jaunes en brun, et elle rétablit la couleur pourpre ordinaire du tournesol rougi par un acide. Lorsque l'eau de chaux reste exposée à l'air, elle attire par degrés l'acide carbonique, devient un carbonate insoluble, et l'eau de chaux n'est plus que de l'eau pure. Si l'on place de l'eau de chaux sous le récipient de la machine pneumatique où se trouve renfermée une soucoupe remplie d'acide sulfurique concentré, l'eau sera par degrés enlevée à la chaux, qui se solidifiera en petits cristaux prismatiques hexaèdres.

Le calcium s'unit au chlore, à l'iode, au soufre et au phosphore; mais on ne l'a point encore combiné avec le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

34. *Barium.* — Cet élément, découvert en 1807 par sir H. Davy, à l'aide de l'électricité voltaïque, est d'un gris obscur, et son éclat est un peu inférieur à celui de la fonte. Il se fond à une chaleur rouge, et sa densité est supérieure à celle de l'acide sulfurique. Il fait avec l'eau une violente effervescence et convertit ce liquide en une solution de baryte.

On ne connaît encore que deux combinaisons définies du barium et de l'oxigène; le *protoxide* ou la *baryte* est d'un blanc grisâtre, et le *peroxide* est gris.

Baryte. — Le barium exposé à l'air en absorbe l'oxigène et se recouvre à l'instant d'une couche de baryte.

On obtient ordinairement la baryte pure en calcinant au rouge dans un creuset couvert le nitrate de baryte pur. On se la procure à l'état d'hy-

drate, en ajoutant de la potasse ou de la soude caustique à la dissolution du nitrate ou de l'hydrochlorate, et on peut encore l'obtenir légèrement colorée par du charbon en calcinant fortement un mélange de carbonate de baryte et de charbon réduit en poudre fine. La baryte retirée du nitrate décomposé par le feu est d'un gris blanchâtre; elle est plus caustique peut-être que la chaux; elle verdit l'infusion de violette, et rougit celle de curcuma. Quand elle est sèche et qu'on l'arrose avec de petites quantités d'eau, elle s'éteint à la manière de la chaux, en développant peut-être un peu plus de chaleur.

Prise à l'intérieur, elle agit comme un poison violent; elle est dépourvue d'odeur.

L'eau à 10 degrés centigrades dissout un vingtième de son poids de baryte; et à 100 degrés centigrades, environ la moitié de son poids. A mesure que la dissolution se refroidit, il s'y forme des prismes hexagones, terminés à chaque extrémité par des pyramides à quatre faces; ces cristaux sont souvent attachés l'un à l'autre, de manière à imiter les feuilles de fougère; quelquefois ils se déposent sous forme cubique; ces cristaux contiennent environ 52 pour 100 d'eau. Ce liquide, dans lequel ils se sont formés, est l'eau de baryte; elle est incolore, âcre et caustique; elle agit énergiquement sur les matières colorantes végétales rouges et jaunes exposées à l'air; elle en attire l'acide carbonique; et la baryte, tenue en dissolution, se convertit en carbonate, qui se précipite sous la forme d'une croûte blanche insoluble. Il paraît, d'après les expériences de Berthollet, que la chaleur seule ne peut pas priver de son eau l'hydrate de baryte cristallisé; après avoir été exposé à une chaleur rouge, et mis en fusion comme la potasse, il retient encore une portion de ce liquide en combinaison, quantité que Berthollet évalua être de 1,1253 d'eau pour 9,7 de baryte. L'hydrate de baryte fondu est

un solide d'un gris blanchâtre, caustique et très dense; il se fond au feu, à une chaleur un peu au-dessous du rouge cerise; il est fixe au feu, et attire, quoique lentement, l'acide carbonique de l'atmosphère.

Le peroxide s'obtient en chauffant le métal dans le gaz oxigène. Mis en contact avec l'eau, il abandonne son excès d'oxigène.

Le barium se combine avec le chlore, l'iode, le soufre et le phosphore; mais on ne l'a point encore uni à l'hydrogène, à l'azote, au carbone et au bore.

35. *Strontium.* — Cet élément, découvert en 1808 par sir H. Davy, à l'aide de l'électricité voltaïque, a une très grande analogie avec le barium, mais il a moins d'éclat et se fond très difficilement; il se convertit en strontiane par son exposition à l'air; précipité dans l'eau, il la décompose avec une grande vivacité, en dégageant l'hydrogène et en rendant l'eau une dissolution de strontiane.

On ne connaît encore qu'une combinaison définie du strontium et de l'oxigène; cet oxide, qui s'obtient en exposant le strontium à l'air, est la strontiane.

Strontiane. — Il y a environ quarante ans qu'un marchand de minéraux apporta à Edimbourg un fossile provenant de la mine de plomb de Strontian dans l'Argyleshire, qui fut généralement considéré comme étant un carbonate de baryte. Le minéral a été depuis trouvé près de Bristol, en France, en Sicile, et dans la Pensylvanie. Le docteur Crawford fut le premier qui remarqua quelques différences entre sa dissolution et celle du carbonate de baryte dans l'acide hydrochlorique, et cette circonstance fit supposer que le minéral consistait dans une terre nouvelle; le docteur Hope, d'Edimbourg, était de la même opinion, et il la confirma par expériences. En 1791, Kirwan, Klaproth, Pelletier et Sulzer furent du même avis,

et cette substance nouvelle, appelée d'abord *strontite* par le docteur Hope, reçut ensuite de Kirwan le nom de *strontiane*, du lieu où elle avait été trouvée pour la première fois, et cette dénomination a été depuis généralement adoptée. L'acide carbonique peut être chassé de cette terre par une chaleur de 140 degrés de Wedgewood, laissant la strontiane isolée, ou bien en faisant dissoudre le minéral dans l'acide nitrique, et séparant ensuite cet acide par la chaleur.

La strontiane, dans son état de pureté, est d'un blanc grisâtre; sa saveur est piquante et âcre; et lorsqu'on la pulvérise dans un mortier, la poussière qui s'en élève cause de l'irritation aux narines et aux poumons; sa pesanteur spécifique se rapproche de celle de la baryte. Elle exige au-delà de 160 parties d'eau à la température de 16 degrés centigrades pour se dissoudre; mais elle se dissout dans une proportion beaucoup moindre d'eau bouillante. Par le refroidissement de cette dissolution, elle cristallise en lames minces quadrangulaires, transparentes, qui sont généralement des parallélogrammes d'une dimension excédant à peine 6 millimètres de long, et souvent adhérant ensemble; les bords sont le plus fréquemment avec biseau de chaque côté. Quelquefois les cristaux affectent la forme cubique; ils contiennent environ 68 d'eau; ils sont solubles dans 51,4 fois leur poids d'eau à la température de 16 degrés centigrades, et dans un peu plus de deux fois leur poids d'eau bouillante. Ces cristaux donnent à la flamme de l'alcool brûlant une couleur rouge de sang; la dissolution de strontiane verdit les couleurs bleues végétales.

La strontiane a de très grands rapports dans ses propriétés avec la baryte. Elle diffère de celle-ci principalement, en ce qu'elle est infusible, beaucoup moins soluble, d'une forme différente, plus

faible dans ses affinités, et qu'elle n'est pas un poison.

Le strontium s'unit au chlore et à l'iode.

36. *Magnesium.* — Cet élément, découvert par sir H. Davy, à l'aide de l'électricité voltaïque, n'a été obtenu qu'à l'état d'amalgame avec le mercure; cet amalgame distillé, sans le contact de l'air, laissa une pellicule métallique d'un gris foncé, infusible à une chaleur qui faisait ramollir le verre, et qui dans le cours de la distillation du mercure rendait noir le verre à son point de contact avec le métal. Chauffé fortement, la pellicule brûlait avec une lumière rouge et se convertissait en une poudre blanche, ayant tous les caractères de la magnésie.

On ne connaît encore qu'une seule combinaison du magnesium et de l'oxigène; cet oxide est la magnésie.

Magnésie. — Cet oxide n'ayant point encore été trouvé dans la nature à l'état de pureté, on le retire ordinairement du *sulfate de magnésie*, sel composé de cette terre et d'acide sulfurique, qui existe en abondance dans les eaux de la mer et dans celles de beaucoup de sources. L'eau de la fontaine des environs d'Epsom, en Angleterre, en est particulièrement chargée, ce qui avait fait donner autrefois au sulfate de magnésie le nom de *sel d'Epsom.* En ajoutant à une dissolution de ce sel dans l'eau la moitié de son poids de potasse, la magnésie en est immédiatement précipitée à raison de l'affinité plus forte de l'acide sulfurique pour la potasse. On la lave alors dans une suffisante quantité d'eau, et on la fait sécher.

La magnésie ainsi obtenue est une poudre blanche, très douce au toucher, inodore, et sans saveur bien sensible; sa pesanteur spécifique est d'environ 2,3 suivant Kirwan. Elle verdit le sirop de violettes et l'infusion de choux rouge, et elle

rougit la teinture de curcuma ; elle est infusible, excepté quand on la soumet au chalumeau hydro-oxigène, c'est-à-dire à courant de gaz oxigène et hydrogène. Elle est presque insoluble dans l'eau, mais elle peut absorber une certaine quantité de ce liquide, avec développement de chaleur. Cette terre, précipitée du sulfate par un alcali caustique, est à l'état d'hydrate, ou retenant en combinaison une certaine quantité d'eau, qui cependant s'en sépare à une chaleur rouge.

Elle contient environ le quart de son poids d'eau.

La magnésie exposée à l'air en attire très lentement l'acide carbonique. La magnésie ne se fond point à la chaleur la plus forte que nous puissions produire; mais M. Darcet a observé qu'à une très haute température elle devenait en quelque sorte agglutinée. Lorsqu'après l'avoir formée en tablettes, en la pétrissant avec de l'eau, on l'expose à une chaleur violente, l'eau en est chassée par degrés, la magnésie se contracte dans ses dimensions, et l'on a annoncé qu'elle acquiert en même temps la propriété de luire dans l'obscurité lorsqu'on la frotte sur une plaque de fer chaude.

Le magnesium s'unit au chlore et au soufre; on ne l'a point encore combiné avec l'iode, le fluor, l'hydrogène, l'azote, le carbone et le bore.

37. *Yttrium.* — Sir H. Davy reconnut qu'en faisant passer du potassium à travers l'yttria rouge de feu, le potassium est converti en potasse, et l'on aperçoit des particules grises d'apparence métallique en état de mélange avec la potasse; ces particules sont probablement l'yttrium réduit à l'état métallique.

On ne connaît encore qu'une seule combinaison de l'yttrium et de l'oxigène ; cet oxide est l'yttria.

Yttria. — On n'a trouvé jusqu'à présent cet oxide que dans le minéral noir appelé *gadolinite*, parce que ce fut Gadolin qui l'analysa le premier

en 1794; ce minéral avait été trouvé en 1787 dans le canton d'Ytuby en Suède.

Le moyen le plus facile pour se procurer l'yttria consiste à faire fondre le minéral avec deux parties de potasse caustique, à laver la masse avec de l'eau bouillante, et à filtrer ensuite la liqueur, qui doit être d'un beau vert. On évapore alors cette liqueur jusqu'à ce qu'il ne s'en précipite plus d'oxide de manganèse, sous la forme d'une poudre noire, après quoi le liquide est saturé avec de l'acide nitrique très étendu, qui dissoudra l'yttria avec beaucoup de chaleur, et laissera la silice et le fer oxidé à un haut degré, non dissous. Après avoir alors mêlé les deux liqueurs, on les évapore à siccité; en redissolvant ensuite le résidu et en filtrant, on séparera tout ce qu'il a pu laisser de silice et d'oxide de fer. En ajoutant alors quelques gouttes d'une dissolution de carbonate de potasse, on séparera la chaux qui peut être présente, et par une addition faite avec ménagement d'hydrosulfate de potasse, on précipitera l'oxide de manganèse s'il en est resté; mais si l'on en emploie beaucoup trop, l'yttria sera également précipitée; enfin, on précipite l'yttria par de l'ammoniaque pure; et après avoir bien lavé le précipité, on le fait sécher.

L'yttria ainsi obtenue est une poudre fine, très lourde, blanche, sans saveur ni odeur; elle n'altère point les couleurs bleues végétales.

L'yttria est insoluble dans l'eau, qu'elle peut cependant retenir en grande proportion, et même jusqu'au tiers de son poids, ainsi que Klaproth s'en est assuré. L'yttria est insoluble dans l'eau, et la plupart des acides la dissolvent.

38. *Glucinium.* — En chauffant la glucine avec le potassium, sir H. Davy reconnut que le potassium est converti en potasse, et l'on aperçoit des particules grises d'apparence métallique en état de mélange avec la potasse. Lorsqu'on met dans l'eau

ces particules, qui sont probablement la glucine réduite à l'état métallique, elles dégagent lentement de l'hydrogène, et sont converties en glucine.

On ne connaît encore qu'une combinaison définie du glucinium et de l'oxigène; cet oxide est la *glucine*.

Glucine. — Elle fut découverte en 1798, par M. Vauquelin, d'abord dans l'algue marine, et ensuite dans l'émeraude; son nom est dérivé de la propriété caractéristique qu'elle a de former avec les acides des sels d'un goût sucré. M. Vauquelin préparait la glucine ainsi qu'il suit : après avoir réduit en poudre fine dans un mortier de silex 100 parties de béril ou d'émeraude, on les fait fondre dans un creuset d'argent avec 300 parties de potasse pure. La masse étant fondue dans l'eau, on ajoute de l'acide hydrochlorique qui la dissout. Après avoir alors évaporé la dissolution à siccité, en ayant soin de remuer sur la fin de l'opération, le résidu est mêlé avec une grande quantité d'eau, et l'on filtre la liqueur pour en séparer la silice. Après avoir ensuite précipité la liqueur filtrée par du carbonate de potasse, on lave le précipité, puis on le fait dissoudre dans l'acide sulfurique. En ajoutant alors à la dissolution une certaine quantité de sulfate de potasse, on évapore la liqueur, et il se produit des cristaux d'alun; lorsqu'il ne s'en forme plus par du sulfate de potasse, et en évaporant, on ajoute une dissolution de carbonate d'ammoniaque en excès; et après avoir bien agité le mélange, on le laisse reposer pendant quelques heures, jusqu'à ce que la glucine ait été redissoute par l'excès de carbonate d'ammoniaque, et qu'il ne reste que l'alumine au fond du vaisseau. En évaporant alors à siccité la dissolution filtrée, on chasse l'acide du carbonate d'ammoniaque ; en le calcinant légèrement dans un creuset, on obtiendra ainsi quinze à seize pour cent de glucine pure.

La glucine ainsi obtenue est une poudre blanche, douce au toucher, légère, insipide, et adhérant à la langue; elle ne fait point éprouver de changement aux couleurs bleues végétales. Elle ne se durcit, ne prend de retrait, ni ne s'agglutine par l'action de la chaleur; elle est infusible, et ne se dissout pas dans l'eau, mais elle forme avec ce liquide une pâte qui a un certain degré de ductilité.

39. *Aluminium.* — Sir H. Davy, en faisant traverser par du potassium l'alumine chauffée au blanc, la plus grande partie du potassium fut convertie en potasse, qui, avec la portion d'alumine pure décomposée, forma une masse cohérente, dans laquelle on distinguait de nombreuses particules grisâtres d'un éclat métallique. Celles-ci, chauffées à l'air, devenaient blanches, et faisaient lentement effervescence dans l'eau en s'y convertissant en alumine.

On ne connaît encore qu'une combinaison définie de l'aluminium et de l'oxigène; cet oxide est *l'alumine.*

Alumine. — Cet oxide fut appelé autrefois argile ou terre argileuse, mais depuis qu'on le retire dans son plus grand état de pureté de l'alun, il a reçu le nom d'alumine.

L'alumine native la plus pure se trouve dans les pierres orientales, le saphir et le rubis; elles consistent presque entièrement dans l'alumine unie à une petite portion de matière colorante.

Pour obtenir l'alumine pure, on fait dissoudre de l'alun dans vingt fois son poids d'eau, et on y ajoute un peu d'une dissolution de carbonate de soude afin de séparer le fer qui peut être présent; on verse alors la liqueur surnageante dans une certaine quantité d'ammoniaque liquide, en ayant soin de ne pas ajouter plus de dissolution d'alumine qu'il n'en faut pour saturer l'ammoniaque; celle-ci se combine avec l'acide sulfurique de l'alun,

et la base terreuse est séparée sous la forme d'une masse spongieuse. Il faut ensuite la jeter sur un filtre, l'édulcorer par des effusions d'eau successives, et la faire sécher.

L'alumine ainsi préparée est blanche, pulvérulente, douce au toucher. Elle happe à la langue, et forme dans la bouche une pâte douce et sans gravier; elle est insipide, inodore, et ne produit aucun changement sur les couleurs végétales; elle est insoluble dans l'eau, mais elle se mêle avec ce liquide dans toute proportion, et elle en retient une portion avec une force considérable; elle est infusible à la plus grande chaleur de nos fourneaux, qui lui font seulement éprouver une diminution de volume, et lui donnent par conséquent de la dureté; au chalumeau à double courant de gaz oxigène et hydrogène, elle se fond en petite quantité.

L'alumine est répandue avec profusion dans la nature; c'est un des principes constituans de tous les sels et de presque toutes les roches; c'est la base de la porcelaine, des poteries, des briques et des creusets. On met à profit sa grande affinité pour la matière colorante végétale, dans la préparation des laques, ainsi que dans l'art de la teinture et de l'impression en calicot. Les combinaisons natives d'alumine constituent la terre à foulon, les ocres, les bols, les terres à pipe, etc.

40. *Thorinium.* — Cet élément fut découvert en 1816 par M. Berzelius; il en reconnut l'existence dans la gadolinite de Korarvet, ainsi que dans deux minéraux nouveaux, qu'il appelle le deutofluate de cerium et le fluate double de cerium et d'yttria. Berzelius n'obtint que l'oxide du thorinium, ou la *thorine.*

Thorine. — On peut l'obtenir des minéraux qui contiennent le protoxide de cerium et d'yttria, en opérant ainsi qu'il suit : après avoir séparé le fer par le succinate d'ammoniaque, on précipite le

cerium par le sulfate de potasse; par l'ammoniaque caustique, on précipite alors ensemble la thorine et l'yttria; on fait dissoudre ce mélange dans l'acide hydrochlorique; et après avoir fait évaporer la dissolution à siccité, on verse sur le résidu de l'eau bouillante, qui se charge de la plus grande partie de l'yttria : on dissout la partie restante du résidu dans les acides hydrochlorique ou nitrique, et on évapore la dissolution jusqu'à ce qu'elle soit devenue neutre aussi exactement que possible. On y verse ensuite de l'eau, qu'on fait bouillir un instant; la thorine se précipite, et la dissolution contient de l'acide libre; en saturant cet acide et en faisant bouillir une seconde fois, il se produit un nouveau précipité de thorine.

La thorine, séparée par le filtre, a l'apparence d'une masse gélatineuse demi-transparente; lavée et séchée, elle devient blanche; elle se dissout dans les acides avec effervescence; elle conserve, même après avoir été calcinée, la couleur blanche; et lorsqu'elle n'a été soumise qu'à une chaleur modérée, elle continue d'être ainsi aisément soluble dans l'acide; mais après qu'on lui a fait éprouver une chaleur violente, il faut qu'elle soit mise en digestion dans l'acide hydrochlorique concentré pour être dissoute. Cette dissolution est jaunâtre; mais elle devient incolore lorsqu'elle est étendue d'eau. Si la thorine est à l'état de mélange avec l'yttria, elle se dissout plus aisément après avoir été chauffée.

Les dissolutions neutres de thorine ont une saveur purement astringente, qui n'est ni sucrée, ni saline, ni amère, ni métallique. Cette propriété la distingue de l'yttria, et elle diffère de l'alumine par son insolubilité dans l'hydrate de potasse.

41. *Zirconium.* — En mettant en contact avec le potassium la zircone chauffée au blanc, le tout est converti en potasse et en molécules de couleur foncée, qui, examinées à la loupe, paraissent être métalliques dans quelques parties, d'un brun cho-

colat dans les autres, et qui se trouvent disséminées à travers la potasse.

On ne connaît encore qu'une combinaison définie du zirconium et de l'oxigène; cet oxide est la zircone.

Zircone. — Elle n'a encore été trouvée jusqu'à présent que dans le jargon de l'île de Ceylan, ou *zircon*, et dans l'hyacinthe; on peut l'en obtenir pure de la manière suivante : on fait fondre dans un creuset un mélange de minéral réduit en poudre avec trois fois son poids de potasse; on lave la masse fondue dans de l'eau pure, jusqu'à ce qu'elle en ait séparé toute la potasse. Le résidu de ce lavage est alors dissous autant que possible dans l'acide étendu. On fait bouillir cette dissolution, pour que le peu de silice qu'elle pouvait retenir l'abandonne en se déposant. On la filtre alors, et on en précipite, par un alcali caustique, la zircone à l'état de pureté.

La zircone ainsi préparée est une poudre blanche, sans saveur ni odeur, un peu rude au toucher lorsqu'on la frotte entre les doigts. Elle est insoluble dans l'eau; cependant elle a pour ce liquide une forte affinité, et si, lorsqu'elle en a été précipitée, on la fait sécher lentement, elle se rassemble en une masse jaunâtre transparente, semblable à de la gomme arabique qui retient le tiers de son poids d'eau. Elle est infusible au chalumeau; mais chauffée à un feu violent dans un creuset de charbon, elle acquiert une couleur grise; dans cet état de fusion imparfaite, elle a quelque chose de l'apparence de la porcelaine. Elle est alors devenue très dure et insoluble dans les acides.

42. *Silicium.* — En faisant traverser, par du potassium en excès, la silice dans un tube de platine, le potassium fut converti en potasse, à travers laquelle était disséminé le silicium sous la forme d'une poudre de couleur foncée; cette poudre dé-

compose l'eau et se convertit immédiatement en *silice*.

On ne connaît encore qu'une combinaison définie du silicium et de l'oxigène; cet oxide est la *silice*.

Silice. — Si, après avoir calciné dans un creuset d'argent du quartz réduit en poudre avec trois parties de potasse pure, on fait dissoudre dans l'eau le composé fondu; et si, ajoutant alors à la dissolution une quantité d'acide convenable pour saturer la potasse, on évapore le tout à siccité, on obtiendra une poudre graveleuse, qui, après qu'elle a été bien lavée dans l'eau chaude et ensuite calcinée, laissera la silice à l'état de pureté.

La silice ainsi obtenue est à l'état d'une poudre blanche, dont les parties les plus fines sont rudes et graveleuses au toucher. Elle n'est fusible que par le chalumeau à courant de gaz hydrogène et oxigène, et elle semble être, par expérience, insoluble dans l'eau.

La silice existe presque à l'état de pureté dans le quartz transparent ou cristal de roche; elle forme aussi la principale partie constituante des cailloux.

La silice a la propriété de se combiner avec le fluor.

LIVRE TROISIÈME.

QUELQUES COMPOSÉS REMARQUABLES QUI NE SONT NI ACIDES NI SELS.

§. I. — AIR ATMOSPHÉRIQUE.

L'air atmosphérique, ou l'atmosphère, est ce fluide élastique, transparent, invisible, sans odeur ni saveur, pesant et compressible, qui environne la terre et l'enveloppe de tous côtés à une hauteur qui ne nous est pas connue, mais qu'on a évaluée être d'environ 15 à 16 lieues. C'est à la *transparence* de cette atmosphère que nous devons toutes les jouissances que nous procurent les points de vue si variés que nous offre l'aspect de la terre.

Si après avoir introduit une très petite quantité d'air atmosphérique dans une vessie, ou la lie par le haut, et qu'on la place ensuite sous le récipient d'une machine pneumatique, on la verra se gonfler par degrés à mesure qu'on fera le vide, jusqu'à ce qu'elle ait atteint toute la dimension qu'elle est susceptible d'acquérir. Cet effet est dû à *l'élasticité* de la petite quantité d'air renfermé dans la vessie, qui se dilate ainsi en raison de ce que la pression atmosphérique est diminuée. Une pomme ridée, mise également sous le récipient de la machine pneumatique, devient lisse et unie par la même raison.

L'air atmosphérique peut être comprimé jusqu'au 128° de son volume ordinaire; et il ne paraît pas douteux que si l'on pouvait se procurer un appareil d'une force suffisante, on opérerait cette compression à un degré encore plus grand; mais

cet effet de l'air atmosphérique étant dû à son élasticité, il reprendrait son premier volume dès que le pouvoir comprimant aurait cessé d'agir. M. De Saussure fit usage, pour indiquer l'élasticité de l'air, d'un instrument auquel il donna le nom de *manomètre*. Cet instrument consistait en un baromètre renfermé dans un ballon bien luté, et qui, placé ainsi, ne pouvait être sensible qu'à l'élasticité de l'air contenu dans l'intérieur de ce ballon. On suppose généralement aujourd'hui, que l'air doit son élasticité au *calorique*, et que s'il venait à en être entièrement dépouillé, il perdrait sa forme élastique.

On peut se faire une idée de *l'expansibilité* de l'air, en tenant sur le feu le col d'une vessie contenant une petite quantité d'air et fortement liée par le haut; cette vessie se gonfle par la dilatation de l'air qui y est renfermé, et sur lequel la chaleur produit cet effet.

La dilatation, ou expansion que les corps éprouvent par une élévation donnée de température, est beaucoup plus considérable dans les fluides élastiques que dans les liquides.

La pression de l'atmosphère peut se démontrer par les deux expériences très simples qui suivent : 1°. si l'on recouvre avec une carte un verre à boire *rempli* d'eau, et qu'alors on renverse le verre, l'eau ne s'échappera pas, la pression de l'atmosphère sur la partie extérieure de la carte étant suffisante pour soutenir l'eau; 2°. si, après avoir renversé une cloche de verre sur une capsule contenant un peu d'eau, on place sous la cloche une bougie allumée, à mesure que cette bougie consume de l'air que renferme la cloche, sa pression sur l'eau qui est immédiatement au-dessous diminue, tandis que la pression de l'atmosphère sur l'eau du vase en dehors de la circonférence de la cloche, restant la même, elle force une partie de l'eau de ce vase d'entrer dans la cloche, pour y prendre la place de

l'air, que la bougie a consumé. On ne peut évidemment, dans ce cas, attribuer à aucune autre cause que celle de la pression de l'atmosphère l'ascension dans l'intérieur de la cloche d'une partie de l'eau au-dessus de son niveau.

Si les vaisseaux dans les animaux et les végétaux n'étaient pas comprimés par la pression de l'atmosphère, les fluides élastiques contenus dans les plus petits de ces vaisseaux en opéreraient inévitablement la rupture, et la cessation de la vie des animaux s'ensuivrait. On ne doit pas s'étonner que des personnes de constitutions délicates soient en général fortement affectées par un changement de température, quand on considère que souvent, dans le cours de quelques heures, il s'opère un accroissement ou une diminution sensible dans le poids de la pression atmosphérique : la pression *intérieure* des fluides circulans restant la même. Si l'on évalue la surface du corps de l'homme à 1,40 mètre carré, ce qui se rapproche de la vérité, il soutient une masse d'air au-dessus de lui du poids d'environ 13700 kilogrammes; mais il faut remarquer que ce poids presse par le haut, par le bas, et latéralement en tous sens, et c'est à raison de cette pression égale de tous côtés que nous n'éprouvons aucune incommodité du poids si considérable de l'atmosphère.

Lorsque je tiens ma main dans l'air, je ne sens aucun poids, parce que la pression au-dessus et au-dessous de ma main est égale; mais si je pose ma main sur un cylindre creux, de verre, mis sur le plateau d'une machine pneumatique, et qu'on retire l'air de ce cylindre, alors je sens aussitôt quelque chose qui presse avec tant de force ma main sur le verre, que je ne peux l'en détacher. Cet effet résulte de ce que n'ayant plus de pression sous ma main, une colonne d'air de la hauteur de l'atmosphère presse de tout son poids sur elle. Il faut donc que l'air soit rendu sous ma main dans

le cylindre pour que je puisse l'enlever de dessus.

La pesanteur de l'air fut découverte par Galilée en 1640, et mise depuis hors de doute par Toricelli et Pascal; Galilée ayant pesé successivement le même vase plein d'air non comprimé et plein d'air comprimé, il trouva que le poids du vase était moindre dans le premier cas que dans le second, et il en conclut que l'air était pesant. Cette expérience eût pu suffire pour constater cette propriété de l'air; mais le hasard procura bientôt à Toricelli l'occasion d'en faire une qui, répétée et variée par Pascal, ne laissa rien à désirer. Des fontainiers de Florence ayant voulu élever de l'eau dans des corps de pompe à plus de 10,^{m}39, consultèrent Galilée sur l'impossibilité où ils étaient d'y parvenir. Toricelli, disciple de Galilée, réfléchissant sur le phénomène, en découvrit bientôt la cause : il pensa qu'il était dû à la pression de l'air, et que cette pression ne pouvait faire équilibre qu'à une colonne de 10,^{m}39 d'eau. Pour le démontrer, Toricelli fit l'expérience suivante, qui date de 1643, trois ans après que Galilée eut reconnu la pesanteur de l'air. Toricelli prit un tube de verre de 8 à 9 décimètres de long, qu'il scella hermétiquement à l'une de ses extrémités; il remplit ce tube de mercure, après quoi ayant fermé avec le doigt l'autre extrémité du tube, et l'ayant renversé, il le plongea dans un bain de mercure et le déboucha. Tout à coup le mercure descendit jusqu'à un certain point, remonta et oscilla pendant quelque temps, et se fixa à 75 centimètres environ au-dessus de la surface du bain; alors, observant que le mercure s'élevait 13 fois environ moins que l'eau, mais qu'il était 13 fois environ plus pesant, il ne douta plus que la cause qui produisait l'élévation de l'eau ne fût la même que celle qui produisait l'élévation de mercure, et ne fût autre chose que la pesanteur de l'air.

Il s'ensuivait que le mercure et l'eau devaient

moins s'élever au-dessus de leur niveau sur la cime qu'au pied des montagnes, puisque, dans le premier cas, la couche d'air comprimante était moindre que dans le second. Cette conséquence n'avait point échappé à Pascal, et après avoir répété l'expérience de Toricelli dans les mêmes circonstances où Toricelli lui-même l'avait faite, il pria son ami Perrier de la répéter sur le Puy-de-Dôme : elle eut tout le succès qu'on pouvait en espérer : la colonne de mercure descendait d'autant plus qu'on s'élevait, et s'élevait d'autant plus qu'on descendait. Ce résultat détruisit jusqu'aux plus légères objections contre la pesanteur de l'air, et l'on fit bientôt du tube de Toricelli l'instrument connu sous le nom de *baromètre*, dont on se sert pour mesurer cette pesanteur. La pression de l'air n'est pas toujours la même : à Paris, le baromètre descend quelquefois jusqu'à 70 centimètres ; d'autres fois, il s'élève jusqu'à 79 centimtètres. Nous ignorons la cause de ce phénomène ; mais nous savons que cette cause, quelle qu'elle soit, a une grande influence sur le beau et le mauvais temps ; il pleut presque toujours quand le baromètre est très bas ; il fait presque toujours beau quand il est très haut : aussi le consulte-t-on sans cesse pour prévoir l'état de l'atmosphère.

Une colonne d'air de la plus grande hauteur de l'atmosphère fait équilibre à une colonne d'eau de $10^{m},39$, ou à une colonne de mercure de 75 centimètres d'élévation ; il en résulte que, dans la pompe, l'eau ne peut s'élever au-delà de $10^{m},39$, ni le mercure, dans le baromètre, au-delà de 75 centimètres. L'air commun, ou l'air atmosphérique, fut considéré pendant bien des siècles comme un élément ou substance simple : c'est aux travaux de ceux des savans qui ont fait faire à la chimie des progrès si rapides dans les quarante dernières années du dix-huitième siècle, qu'on doit la connaissance de ses parties compo-

santes ; et c'est particulièrement par les expériences de Schéele et de Lavoisier qu'il fut bien établi que ces parties composantes étaient les gaz *oxigène* et *azote*.

Lorsque la composition de l'atmosphère eut été ainsi reconnue des physiciens, il devenait d'une grande importance de déterminer la proportion de ces deux principes dans sa composition, et de s'assurer si, dans tous les cas, elle est la même ; ils s'accordèrent à la considérer comme susceptible de variation dans sa proportion d'oxigène, à différens temps et en différens lieux, et à faire dépendre de cette variation la pureté ou les qualités nuisibles de l'air. Ce fut donc alors un objet du plus grand intérêt que la recherche d'une méthode facile de détermination de la quantité réelle d'oxigène contenue dans une portion donnée d'air : il en fut en conséquence proposé plusieurs, fondées sur la propriété que beaucoup de corps ont d'absorber l'oxigène de l'air, sans avoir d'action sur l'azote. On mêlait ces corps avec une certaine quantité connue d'air atmosphérique, dans des vaisseaux de verre gradués renversés sur l'eau, et l'on déduisait la proportion de la diminution de volume. Ces instrumens reçurent le nom d'*eudiomètres*, parce qu'on les considéra comme servant à mesurer la pureté de l'air.

Il n'y eut pas moins de quatre espèces de ces instrumens, proposés et employés par différens chimistes.

Les eudiomètres de la première espèce, dont firent usage Priestley et Fontana, Cavendish, Dalton et Davy, consistaient dans du gaz nitreux, avec quelques modifications dans son emploi.

La seconde espèce d'eudiomètre, imaginée d'abord par Schéele, et perfectionnée depuis par de Marty, est tout simplement un vase de terre gradué, contenant une quantité donnée d'air, qu'on soumet à l'action de sulfures alcalins ou terreux

liquides nouvellement préparés, ou à un mélange de limaille de fer et de soufre mis à l'état de pâte avec de l'eau. De Marty substitua avec succès au mélange de limaille de fer et de soufre l'emploi de sulfures hydrogénés, obtenus en faisant bouillir ensemble du soufre et de la potasse liquide ou de l'eau de chaux.

La troisième espèce d'eudiomètre fut proposée par Volta. C'est par le gaz hydrogène qu'il opérait la séparation de l'oxigène dans l'air dont il voulait reconnaître le degré de pureté. Sa méthode consistait à introduire dans un tube de verre gradué des mélanges, en proportions données, de gaz hydrogène et de l'air à essayer, et à les enflammer ensuite par l'étincelle électrique; il jugeait de la pureté de l'air par le volume du résidu.

Dans la quatrième espèce d'eudiomètre, l'absorption de l'oxigène de l'air s'opère par le moyen dn phosphore. Berthollet avait donné un dernier degré de perfectionnement à cet eudiomètre, dans l'emploi duquel on avait, avant lui, recours à la combustion rapide du phosphore, en laissant brûler spontanément cette substance dans l'air, dont il absorbe ainsi complétement l'oxigène; et si l'on opère sur une petite quantité d'air, l'effet a lieu dans un espace de temps très court. Tout consiste dans un tube de verre étroit et gradué, contenant l'air dont on veut faire l'essai. On y introduit un cylindre de phosphore fixé sur une tige de verre, et le tube est tenu renversé sur l'eau. Le cylindre de phosphore doit être assez long pour traverser à peu près tout l'air contenu dans le tube. Il s'élève immédiatement du phosphore des vapeurs blanches qui remplissent le tube. Elles continuent de s'exhaler ainsi jusqu'à ce que l'oxigène se soit combiné en totalité avec le phosphore. Il résulte de cette combinaison de l'acide phosphorique, qui, à raison de son poids, gagne la partie inférieure du vaisseau, et qui est

absorbé par l'eau. Le résidu ne consiste plus que dans le gaz azote de l'air, tenant en dissolution une portion de phosphore qui, ainsi que s'en est assuré Berthollet, augmente son volume des 0,025. Par conséquent, le volume du résidu, diminué des 0,025, donne le volume du gaz azote de l'air analysé ; en retranchant ce volume de celui primitif de la masse d'air essayé, on a la proportion du gaz oxigène contenu dans cet air.

Les différentes expériences faites avec cet eudiomètre s'accordent toutes dans leur résultat, et elles indiquent constamment que les proportions des parties constituantes de l'air sont toujours les mêmes, savoir : environ 0,21 de gaz oxigène, et 0,79 de gaz azote. Cette proportion entre les parties constituantes de l'air est constante dans tous les lieux et à toutes les hauteurs. Suivant sir Humphry Davy, de l'air atmosphérique pris en Europe, dans l'Asie, l'Afrique et l'Amérique, diffère très peu dans sa composition. M. Gay-Lussac a pris de l'air à une élévation de plus de 6400 mètres au-dessus de Paris, et il a trouvé qu'il était précisément composé de la même manière que celui pris à la surface de la terre.

Mais 210 centimètres cubes de gaz oxigène pèsent 281 milligrammes, et le poids de 790 centimètres cubes de gaz azote est de 925 milligrammes ; en réunissant ces deux quantités on aura, pour le poids de 1000 centimètres cubes (un décimètre cube) d'air atmosphérique 1gr,206.

L'air atmosphérique, qui est un mélange de deux substances distinctes, l'oxigène et l'azote mis à l'état de gaz par le calorique, contient également une portion de gaz acide carbonique, dont la proportion, estimée autrefois à un pour cent, a été depuis reconnue par Dalton ne pas s'élever à plus de un pour mille. Et comment l'air atmosphérique ne contiendrait-il pas cet acide, qui est l'un des produits de la respiration, de la décom-

position putride, de la combustion des bois et du charbon ? Mais on démontre sa présence dans l'atmosphère en exposant huit à dix litres d'eau de chaux dans un bocal ; on agite de temps en temps la dissolution pour briser les pellicules qui se forment à la surface de la liqueur ; et au bout de vingt-quatre heures on obtient un dépôt de carbonate de chaux assez considérable pour qu'il soit possible d'en retirer une quantité très sensible de gaz acide carbonique ; or, ce gaz n'a pu être fourni ni par le bocal, ni par l'eau de chaux, qui n'en contiennent pas : il n'a donc pu provenir que de l'air.

Il a été reconnu que le gaz acide carbonique existe dans l'air atmosphérique, non seulement près de la surface de la terre, mais encore aux plus grandes hauteurs au-dessus d'elle. M. De Saussure en trouva dans l'air au sommet du Mont-Blanc.

On ne peut douter de l'existence de l'eau dans l'air ; elle s'y vaporise et s'en précipite presque continuellement ; elle tombe des nuages, pénètre à travers le sol, se rassemble dans des cavités souterraines, d'où elle sort pour former les sources, let rivières, les mers, se vaporiser de nouveau, et se précipiter encore. La température s'élève-t-elle, l'atmosphère acquiert la propriété de recevoir une nouvelle quantité de vapeur ; éprouve-t-elle, au contraire, un refroidissement subit, bientôt la pluie se manifeste.

D'après une évaluation moyenne, l'air atmosphérique contient environ un pour cent d'eau à l'état de vapeur élastique ; et il est à remarquer que l'union de la vapeur aqueuse à l'air atmosphérique produit une augmentation dans son volume, et que l'air humide est toujours spécifiquement plus léger que l'air sec.

§. II. — AMMONIAQUE.

Composé résultant de la combinaison des gaz hydrogène et azote, l'ammoniaque n'existe à l'état de pureté que sous forme gazeuse; on peut l'obtenir aussi de la manière suivante :

Après avoir mis dans une cornue un mélange de trois parties de chaux vive, et d'une partie de sel ammoniac en poudre, on en fait aboutir le bec sous une cloche de verre remplie de mercure et renversée sur ce métal. En exposant ensuite cette cornue à la chaleur d'une lampe, il s'en dégage un gaz qui déplace le mercure et remplit la cloche; ce gaz est l'*ammoniaque*. L'ammoniaque, à l'état de gaz, est d'une transparence parfaite, et sans couleur comme l'air. Sa saveur est âcre et caustique comme celle de la potasse ou de la soude, mais beaucoup moins forte; et l'ammoniaque ne corrode point les substances animales sur lesquelles on l'applique. L'ammoniaque est remarquable par son odeur piquante, qui cependant n'est pas désagréable, lorsque cet alcali est suffisamment étendu.

Les animaux plongés dans le gaz ammoniac ne peuvent le respirer, ils y périssent; lorsqu'on laisse une bougie allumée dans une cloche pleine de ce gaz, elle s'éteint à trois ou quatre reprises successives; mais, chaque fois, la flamme acquiert un volume plus considérable par l'addition d'une autre flamme de couleur jaune pâle; et, à la fin, cette flamme descend de la partie supérieure de la cloche vers le fond; la pesanteur spécifique du gaz ammoniac est de 0,590, celle de l'air étant 1.

En exposant le gaz ammoniac à un froid de quarante-trois degrés centigrades environ au-dessous de zéro, il se condense en un liquide; mais il reprend sa forme gazeuse à mesure que sa température s'élève au-dessus de ce degré de froid. Lorsqu'on fait passer ce gaz à travers un tube de

porcelaine ou de verre rouge de feu, il est totalement converti dans ses deux parties constituantes, les gaz hydrogène et azote.

Le gaz ammoniac se combine très promptement avec l'eau. Lorsqu'on met un morceau de glace en contact avec ce gaz, la glace se fond, absorbe l'ammoniaque, et la température s'abaisse; avec l'eau froide, l'absorption est presque instantanée; il y a dégagement de calorique, et la pesanteur spécifique de l'eau est diminuée. L'eau est capable d'absorber, d'après les essais du docteur Thomson, 780 fois son volume de gaz ammoniac; et par cette absorption l'augmentation du volume du liquide est de 8 à 10; la pesanteur spécifique de la dissolution est de 0,900. C'est dans cet état que les chimistes emploient ordinairement l'ammoniaque; et par cette dénomination, on entend presque toujours cette dissolution aqueuse de gaz ammoniac. Lorsqu'on la chauffe à la température d'environ 54 degrés centigrades, l'ammoniaque s'en sépare sous forme de gaz; lorsque cette dissolution est rapidement refroidie, à environ 55 degrés centigrades au-dessous de zéro, l'ammoniaque se prend en une gelée épaisse, et conserve à peine de l'odeur.

§. III. — EAU.

L'eau est ce liquide répandu avec tant d'abondance sur toutes les parties de la surface du globe, et d'une nécessité indispensable à l'existence des animaux et des végétaux. Il suffit de distiller ce liquide pour l'avoir pur; et dans cet état il est transparent, inodore, insipide, élastique, susceptible de transmettre les sons et de mouiller la plupart des corps.

L'eau existe dans les quatre états, de solide ou glace, de liquide ou eau, de vapeur, et dans l'état de combinaison avec d'autres corps. L'état de glace est celui le plus simple de l'eau, parce qu'a-

lors elle contient moins de calorique que dans son état d'eau; dans son état de vapeur, c'est de l'eau combinée avec une quantité additionnelle de calorique.

L'eau est un protoxide d'hydrogène, formé d'oxigène et d'hydrogène dans les proportions de 88 parties 29 d'oxigène, et de 11,71 parties d'hydrogène en poids, ou de un volume de gaz oxigène et de deux volumes de gaz hydrogène. On prouve que telle est la nature et la proportion des deux principes constituans de l'eau, soit par l'analyse, soit par la synthèse.

Plusieurs chimistes des plus distingués, parmi lesquels ont peut citer Macquer, en 1776, Lavoisier et Bucquet, en 1777, Cavendish et le docteur Priestley, en 1781, s'occupèrent successivement d'expériences intéressantes sur la composition de l'eau, et sur la détermination de ses principes constituans en gaz hydrogène et en gaz oxigène. Ce fut dans l'été de 1781 que Henri Cavendish, s'occupant d'examiner ce que devient l'air perdu par la combustion, entreprit ses expériences dans lesquelles il brûla 32,$^{kil.}$375, mesure, de gaz hydrogène avec deux fois et demie cette quantité d'air commun, et en faisant passer ce mélange brûlant à travers un tube de verre d'environ deux mètres de long, il se condensa 8,$^{gra.}$740 d'eau pure. Cavendish fit aussi brûler dans un vaisseau fermé un mélange d'environ 1253 grammes, mesure, de gaz oxigène, et d'environ 2400 grammes de gaz hydrogène; la liqueur condensée fut reconnue contenir une petite portion d'acide nitrique, lorsque le mélange de l'air était tel que l'air brûlé contenait une proportion considérable d'oxigène. On peut, dans ce cas, présumer qu'il se combine de l'oxigène avec l'azote présent.

Le 24 juin 1783, Lavoisier et M. Delaplace répétèrent l'expérience de la combustion de l'hydrogène et de l'oxigène dans un vase de verre sur le

mercure, en quantité plus grande encore que celle qui avait été brûlée par Cavendish; le résultat fut d'environ 1917 grammes d'eau pure.

Lavoisier procéda à peu près dans le même temps, avec Meunier, à une expérience qui consistait à faire traverser par de la vapeur d'eau un tube de fer rouge de feu. Il trouva que le fer était oxidé, et qu'il y avait eu dégagement d'hydrogène; et la vapeur d'eau qu'il fit traverser diverses autres substances combustibles ou oxidables, produisit des résultats semblables, disparition de l'eau et dégagement d'hydrogène. Lavoisier donnait l'explication de ces expériences capitales en supposant que l'eau était décomposée en ses parties constituantes, l'oxigène et l'hydrogène, dont la première s'unit avec la substance en ignition, et dont l'autre est dégagée. Enfin la grande expérience de la décomposition de l'eau par Fourcroy, MM. Vauquelin et Séguin, commencée le mercredi 13 mai 1790, ne fut achevée que le vendredi 22 du même mois; la combustion fut maintenue avec peu d'interruption pendant 185 heures. Les expérimentateurs ne quittèrent pas un seul moment l'appareil; ils se relevaient alternativement, lorsqu'ils étaient fatigués, pour se reposer pendant quelques heures sur des matelas dans le laboratoire. Pour obtenir le gaz hydrogène, ils firent d'abord fondre du zinc, qui fut ensuite réduit en poudre dans un mortier très chaud. Ils se servaient, pour dissoudre ce métal, d'acide sulfurique concentré, étendu de sept parties d'eau, et ils faisaient passer le gaz produit à travers la potasse.

Pour se procurer l'oxigène, ils distillèrent 1,$^{kil.}$11 de chlorate da potasse cristallisé en faisant également passer le gaz dégagé à travers la potasse.

Le volume du gaz hydrogène consumé fut de 515,$^{décim.\ cubes}$023, dont le poids était de 55,$^{gr.}$205.

Le volume du gaz oxigène consumé fut de 249$^{décim.\ cubes}$,362, pesant 329$^{gr.}$,837.

Le poids total de l'un et l'autre de ces fluides élastiques était de 385,gr.042.

Le poids de l'eau obtenue fut de 384,gr.818; et par conséquent le déficit sur le poids ne fut que de 0,gr.224.

La quantité de gaz azote, avant l'expérience, était de 8,décim. cubes236; il s'en est trouvé, après l'expérieuce, 9,décim. cubes263, donc l'excès du gaz azote était, à la fin de l'expérience, de 1,déc. cub.027. Cette augmentation peut être attribuée, suivant Fourcroy et M. Vauquelin, à la petite quantité d'air atmosphérique qui restait dans les cylindres intérieurs des gazomètres à l'instant où les autres airs y avaient été introduits. Ce décimètre cube en excès ne pouvait provenir du gaz hydrogène; car il fut reconnu par l'expérience qu'il ne contenait pas du tout de gaz azote. L'eau obtenue ayant été examinée avec le plus grand soin, on lui reconnut toutes les propriétés de l'eau distillée la plus pure, et sa pesanteur spécifique était à celle de l'eau distillée comme 186,71 est à 186,70.

La décomposition de l'eau se démontre le mieux en enflammant dans l'eudiomètre un mélange de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxigène : les deux gaz disparaissent en totalité, et il en résulte de l'eau pure.

Le litre d'eau pure, mesure contenant un décimètre cube de ce liquide, pèse un kilogramme; ce poids du litre ou décimètre cube d'eau est environ 825 fois plus considérable que celui d'une mesure semblable d'air atmosphérique.

L'atmosphère, lorsque sa température est suffisamment abaissée, enlève à l'eau une certaine portion de son calorique; alors une cristallisation s'ensuit, l'eau se solidifie et devient glace. Près des pôles l'eau est éternellement solide; elle y existe dans un état semblable à celui des roches les plus dures.

Il faut que la glace à zéro absorbe au-delà de 77 degrés centigrades de calorique pour devenir fluide, ou une quantité de calorique telle qu'elle suffirait pour qu'un volume égal d'eau l'élevât de zéro à 77 degrés centigrades : c'est ce dont on peut s'assurer au moyen d'un thermomètre. Après avoir mêlé ensemble des poids égaux de glace ou de neige à zéro et d'eau chauffée à 77 degrés centigrades, la glace ou la neige fondent à l'instant, et la température du mélange n'est encore qu'à zéro. Dans ce cas, cependant, l'eau s'est refroidie de 77 degrés centigrades, tandis qu'il n'y a eu aucune augmentation dans la température de la glace ou de la neige; de manière que 77 degrés centigrades de calorique ont disparu. Cette quantité de calorique a dû s'être combinée avec la glace ou la neige, mais elle n'a pu suffire qu'à la faire fondre sans produire d'augmentation dans sa température, d'où il suit irrésistiblement que la glace ou la neige, lorsqu'elle est convertie en eau, a absorbé 77 degrés centigrades de calorique, et s'y est combinée. Ainsi, l'eau refroidie à zéro ne peut se congeler qu'autant qu'elle aura perdu 77 degrés centigrades de calorique; et la glace, après avoir été amenée à zéro, qui est le terme exact de la congélation, ne peut fondre jusqu'à ce qu'elle ait absorbé 77 degrés centigrades de calorique. On ne peut donc plus douter alors que l'eau ne doive sa fluidité à son calorique latent, et que son calorique de fluidité ne soit de 77 degrés centigrades.

De l'eau tenue en ébullition pendant tout aussi long-temps que ce puisse être dans un vaisseau ouvert, ne peut acquérir le plus petit degré de chaleur au-delà de celui auquel elle a commencé à bouillir, ou de 100 degrés centigrades; lorsqu'elle est parvenue à ce point, la vapeur absorbe le calorique et l'entraîne à mesure qu'il s'en dé-

veloppe. Cependant la continuation de la chaleur, jointe à une pression additionnelle, peuvent augmenter considérablement et l'expansibilité et la température de la vapeur. C'est à raison de la grande quantité de calorique qu'exige la conversion des liquides en vapeur que l'évaporation produit du froid. Lorsqu'on jette de l'eau sur des corps chauds, cette eau est à l'instant convertie en vapeur, et elle enlève ainsi à ces corps une grande portion du calorique qu'ils contiennent.

On a supposé que les terribles effets de quelques éruptions de volcans et de tremblemens de terre étaient produits par ce prodigieux pouvoir de la vapeur, l'eau de la mer parvenant à se frayer une issue dans des feux souterrains.

C'est à la force expansive de la vapeur de l'eau qu'il faut attribuer le mouvement bien connu sous le nom d'ébullition qui s'établit dans l'eau; il est occasionné par le passage à travers l'eau de la vapeur, qui se forme d'abord au fond du vaisseau.

On connaît aujourd'hui quel parti avantageux on est parvenu à tirer, dans ces derniers temps, surtout pour les arts, les manufactures et la navigation, du moyen de la force de la vapeur de l'eau.

Eau oxigénée. — Ce peroxide d'hydrogène fut découvert, en 1818, par M. Thénard. Ce savant préparait l'eau oxigénée en dissolvant le deutoxide de barium dans l'acide hydrochlorique, versant dans cette dissolution une certaine quantité d'acide sulfurique; répétant ensuite nombre de fois ces deux opérations sur la même liqueur, puis y ajoutant du sulfate d'argent, et enfin de la barite. En séparant successivement tous les précipités par le filtre, on parvient à charger l'eau de beaucoup d'oxigène, et c'est en opérant ainsi que M. Thénard a fait absorber à ce liquide jusqu'à

616 fois son volume d'oxigène, c'est-à-dire le double de la quantité de ce principe, qui lui est propre. Dans cet état de l'eau la plus chargée d'oxigène, que M. Thénard ait pu obtenir, et qu'il a considérée en conséquence comme étant un peroxide d'hydrogène, sa densité est de 1,452.

C'est à raison de cette grande densité qu'en versant le peroxide d'hydrogène dans de l'eau ordinaire, on le voit couler à travers cette eau comme une espèce de sirop, quoiqu'il soit très soluble. Il attaque l'épiderme presque instantanément, et y cause des picotemens dont la durée varie en raison de la quantité de ce liquide appliquée sur la peau; si cette quantité est trop considérable, ou que l'application du liquide soit renouvelée, la peau elle-même est attaquée et détruite; appliqué sur la langue, ce liquide la blanchit et la picote aussi; il épaissit la salive et produit sur l'organe du goût une sensation difficile à exprimer, mais dans laquelle on peut discerner celle du tartre émétique. Son action sur l'oxide d'argent est des plus violentes; chaque goutte que l'on en laisse tomber sur cet oxide sec, produit une véritable explosion, et elle donne lieu à un dégagement de chaleur tel, que si l'expérience se fait dans l'obscurité, il y a développement très sensible de lumière. Outre l'oxide d'argent, il en est plusieurs autres, tels que les peroxides de manganèse et de cobalt, les oxides de plomb, de platine, d'or, d'iridium, de rhodium, de palladium, qui agissent aussi très vivement sur l'eau oxigènée à l'état de peroxide d'hydrogène. Plusieurs métaux, par exemple, l'argent, le platine, l'or, l'osmium, l'iridium, le rhodium, le palladium, lorsqu'ils sont à l'état de division extrême, produisent le même phénomène. Dans tous les cas précédens, c'est toujours l'oxigène uni à l'eau qui est dégagé, et quelquefois également celui de l'oxide; mais

dans d'autres cas, comme lorsque le peroxide d'hydrogène est mis en contact avec l'arsenic, le molybdène, le tungstène et le selenium, une portion de l'oxigène s'unit avec le métal lui-même; ces métaux sont souvent acidifiés avec production de lumière.

Les oxides rendent l'eau oxigénée plus stable. L'or à l'état de division extrême agit avec une grande force sur le peroxide d'hydrogène; cependant son action sur ce liquide est nulle s'il est mêlé avec un peu d'acide sulfurique.

M. Mérimée a fait connaître un des bons effets de l'application de l'eau oxigénée à la restauration des dessins gâtés par l'altération du blanc de plomb, d'après la propriété que M. Thénard lui avait reconnue, de convertir instantanément le sulfure noir de plomb en sulfate qui est blanc. M. Mérimée s'assura qu'il suffit de quelques coups de pinceau d'une eau très faiblement oxigénée, ne contenant au plus que cinq à six volumes d'oxigène, et n'ayant même aucune saveur, pour enlever toutes les taches et restaurer parfaitement le dessin, sans que le papier, même coloré, en soit en aucune manière altéré.

§. IV. — OXIDE DE CHLORE.

Protoxide. — Ce gaz, découvert en 1811 par Humphry Davy, qui lui donna le nom d'*Euchlorine*, est d'une couleur plus intense et plus jaune que le chlore; son odeur ressemble beaucoup à celle du sucre brûlé, mêlée cependant avec l'odeur du chlore, et il est très probable que cette dernière odeur est due à la présence d'une petite portion de chlore, tant il est difficile d'enlever complétement ce gaz à l'euchlorine.

Lorsqu'après avoir introduit du chlorate de potasse dans une petite cornue de verre, on verse par-dessus de l'acide hydro-chlorique, il y a ef-

fervescence et dégagement abondant d'un gaz de couleur jaune verdâtre : si l'acide hydro-chlorique qu'on emploie est affaibli en l'étendant d'eau, si le sel est en grand excès relativement à l'acide, et enfin si l'on chauffe doucement, il se dégage très lentement un gaz, qu'on peut recueillir dans de petites cloches sur le mercure. Lorsque le gaz a été ainsi préparé, il convient de le laisser pendant vingt-quatre heures en contact avec le mercure; car, lors de sa formation, il contient toujours une assez grande quantité de gaz chlore mêlé avec lui, qui en déguise et en altère sensiblement les propriétés. Le mercure peut absorber le chlore et s'y unir, tandis qu'il n'a aucune action sur le nouveau gaz. Le mercure en sépare donc par degré tout le chlore, et laisse le gaz protoxide de chlore nouvellement formé à l'état de pureté.

Lorsqu'on chauffe doucement un vaisseau rempli d'euchlorine, il se fait une explosion, et le gaz est décomposé dans un mélange de ses élémens, le chlore et le gaz oxigène. Il suffit d'une très légère chaleur pour produire cette explosion; quelquefois même elle a lieu par la chaleur de la main, mais alors elle est faible. D'après les expériences de sir Davy, cinq volumes de cet oxide de chlore en deviennent six par la décomposition : de cinquante parties de gaz ainsi décomposé, l'on retire quarante parties de chlore et vingt parties de gaz oxigène. L'expérience doit être faite sur le mercure, pour pouvoir recueillir les produits.

L'oxide de chlore rougit d'abord les couleurs bleues, et les détruit ensuite. Sa pesanteur spécifique, calculée d'après sa décomposition, est de 2,379.

Plusieurs substances, telles que le phosphore, par exemple, prennent feu par leur contact avec le protoxide de chlore, et il y a explosion.

Peroxide. — Ce gaz, d'un vert jaunâtre, plus

clair encore que celle du protoxide, a une odeur aromatique particulière, sans aucun mélange de celle du chlore.

Lorsque ce gaz est chauffé à la température de 100° centigrades, il détonne avec plus de violence que le protoxide, en donnant beaucoup de lumière.

§. V. — COMPOSÉS D'AZOTE.

Protoxide. — Ce gaz, découvert par Priestley en 1772, et examiné successivement par différens chimistes, surtout par Berthollet en 1785, par sir Humphry Davy en 1799, et par MM. Gay-Lussac et Thénard, peut s'obtenir de la manière suivante : on expose à la flamme d'une lampe d'Argand, dans une cornue de verre, du *nitrate d'ammoniaque;* quand la température s'approche de 200 degrés centigrades, un nuage blanchâtre commence à s'étendre dans le col de la cornue, accompagné d'un dégagement abondant de gaz, que, pour des recherches exactes, on doit recueillir sur le mercure; mais qui, pour les expériences ordinaires, peut être reçu sur l'eau. Ce gaz a toutes les propriétés physiques de l'air atmosphérique. Sa saveur est douce, son odeur faible et agréable; et l'eau, préalablement dépouillée d'air atmosphérique, peut en condenser à peu près son propre volume; propriété qui fournit le moyen d'en déterminer la pureté. Quand on plonge dans ce gaz une bougie allumée, elle y brûle avec un grand éclat, et la flamme est entourée d'une auréole bleuâtre. On peut respirer le gaz protoxide d'azote; mais il n'est pas propre à entretenir la vie. Sir Humphry Davy a fait connaître le premier que lorsqu'on en respire, pendant deux ou trois minutes, quelques litres qu'on a renfermés dans une vessie, on éprouve des effets analogues à ceux que produit la boisson de li-

queurs fermentées; les effets sont cependant différens, comme on devait s'y attendre, suivant la diversité des tempéramens.

Ce gaz, désigné d'abord sous le nom de *gaz nitreux déphlogistiqué*, et, quelque temps après, par ceux d'*oxide nitreux*, d'*oxide d'azote*, d'*oxidule d'azote*, ne doit plus l'être, pour éviter toute confusion, que par la dénomination de *gaz protoxide d'azote*. Sa pesanteur spécifique est de 1,5204°.

Peroxide. — La découverte de ce gaz est due à Hales; mais ce fut Priestley qui fit connaître le premier, en 1772, la plupart de ses propriétés; il a été examiné depuis par sir Humphry Davy et par M. Gay-Lussac.

On peut l'obtenir en versant dans une cornue de verre, contenant des tournures de cuivre, de l'acide nitrique, étendu de six ou huit fois son poids d'eau. En chauffant légèrement, il se développera un gaz, qu'on peut recevoir sur l'eau, mais que, pour des expériences exactes, on devra recueillir sur le mercure.

Le peroxide d'azote, que plusieurs chimistes appellent encore *gaz nitreux*, *oxide nitreux*, *oxide nitrique*, *oxide d'azote*, *deutoxide d'azote*, est toujours à l'état de gaz, sans couleur, probablement sans odeur, sans action sur la teinture de tournesol. Ce gaz éteint les corps en combustion, et asphyxie les animaux qui le respirent. Sa pesanteur spécifique est de 1,0388.

Ce gaz est décomposé par la chaleur et l'électricité, de même que le protoxide.

Lorsqu'on ouvre dans l'air atmosphérique un flacon contenant du gaz peroxide d'azote, il se forme à l'instant des vapeurs rouges, dues à l'absorption de l'oxigène et à la formation d'acide nitreux. Quand on force un animal à respirer ce gaz, il périt instantanément à cause de la formation de cet acide et de la condensation de l'oxigène dans ses poumons.

Le peroxide d'azote est décomposé par plusieurs métaux, lorsqu'on les chauffe dans ce gaz. Le charbon, chauffé au rouge dans ce gaz par le moyen d'un verre ardent, produit un demi-volume d'azote et un demi-volume d'acide carbonique. Toutes ces expériences analytiques se réunissent pour faire voir que le peroxide d'azote consiste en oxigène et azote à volumes égaux.

Chlorure. — Le chlorure d'azote fut découvert au commencement de 1812 par M. Dulong; mais sir H. Davy fit le premier connaître sa nature.

Mettez dans une capsule à évaporation en porcelaine une dissolution de 1 partie de nitrate ou d'hydro-chlorate d'ammoniaque dans 10 parties d'eau, chauffée à environ 100°, et renversez dans ce bain une fiole à large ouverture remplie de chlore; à mesure que le liquide s'élève dans la fiole par la condensation du gaz, on voit nager à sa surface des gouttelettes oléagineuses, qui ne tardent pas à se rassembler et à se précipiter au fond en gros globules, c'est le chlorure d'azote. Il faut mettre au fond de la capsule une couche légère de sel marin, afin d'empêcher la décomposition du chlorure par le sel ammoniacal, et on ne doit le préparer qu'en très petite quantité.

Le chlorure d'azote, ainsi obtenu, est un liquide d'apparence huileuse, de couleur jaune, et ayant une odeur pénétrante insupportable; sa pesanteur spécifique est 1,653. Quand on verse de l'eau tiède dans un verre qui en contient, il se développe un grand volume de fluide élastique de couleur orangée, qui diminue à mesure qu'il traverse l'eau.

Un petit globule de chlorure d'azote, jeté dans un verre contenant de l'huile d'olive, produit une explosion très violente, et le verre est brisé en morceaux. La force mécanique de ce composé dans la détonation, paraît être supérieure à toute autre cause, sans même en excepter les poudres

fulminantes les plus énergiques ; la rapidité de son action paraît aussi beaucoup plus grande ; ayant touché un très petit globule de cette substance, placé dans une cuiller de platine sur une table, avec un petit fragment de phosphore à la pointe d'une lame de canif, la cuiller fut aussitôt mise en pièces par la force de l'explosion.

Iodure. — Cette combinaison d'azote et d'iode ne peut s'obtenir qu'à l'aide de l'ammoniaque ; il suffit de mettre de l'iode en poudre dans de l'ammoniaque liquide.

L'iodure d'azote est pulvérulent et d'un noir brunâtre ; il détonne par le plus léger choc ou par la chaleur, en émettant une vapeur violette légère. Quand il est convenablement préparé, il détonne souvent de lui-même, d'où il suit que lorsque la poudre est formée, et qu'on a décanté l'ammoniaque liquide, il faut laisser la capsule qui le contient dans un repos parfait. Comme les élémens de l'iodure d'azote sont très faiblement unis, on ne doit le préparer qu'avec précaution, et ne point en conserver.

§. VI. — COMPOSÉS DE CARBONE.

Oxide. — Le seul moyen d'obtenir pur le gaz oxide de carbone, est d'enlever une proportion d'oxigène à l'acide carbonique, soit à l'état gazeux ou condensé dans les carbonates ; ainsi, en introduisant du charbon bien calciné dans un tube traversant un fourneau, et en faisant lentement passer et circuler sur ce charbon, lorsqu'il est chauffé au rouge, un courant d'acide carbonique, cet acide est converti en un oxide ayant plus de volume que lui.

Si l'on chauffe au rouge, dans une cornue de fer, un mélange à parties égales de limaille de fer et de craie, ces substances ayant été desséchées l'une et l'autre, autant que possible, il se dégage en grande abondance un gaz consistant en partie

en gaz acide carbonique, et, pour le surplus, en une espèce d'air inflammable pesant; lorsqu'on sépare l'acide carbonique par l'eau de chaux, on obtient le gaz inflammable à l'état de pureté. Ce fut le docteur Priestley qui se procura le premier ce gaz; mais les expériences de Cruikshanks sur ce gaz nous firent connaître sa composition et ses propriétés. MM. Clément et Desormes, Guyton-Morveau et Berthollet, l'examinèrent aussi bientôt après; ces chimistes lui donnèrent le nom de *gaz oxide de carbone*, et Cruiskshanks a fait voir que c'est un composé d'oxigène et de carbone. Le gaz oxide de carbone a les propriétés mécaniques de l'air. Sa pesanteur spécifique est de 0,96783. Il ne rougit point la teinture de tournesol; il éteint les corps en combustion, et fait périr promptement les animaux qui le respirent.

Le gaz oxide de carbone n'éprouve aucune altération au plus haut degré de chaleur; il n'est point non plus altéré par l'électricité. Le gaz oxide de carbone brûle avec une flamme d'un bleu foncé, ne donnant que peu de lumière. Lorsqu'après l'avoir mêlé avec le gaz oxigène, on fait passer l'étincelle électrique à travers le mélange, il détonne. Cent mesures de ce gaz exigent, pour leur combustion complète, cinquante mesures de gaz oxigène, et le produit est cent mesures de gaz acide carbonique. Il s'ensuit que le gaz oxide de carbone contient exactement la moitié du gaz oxigène qui existe dans un même volume de gaz acide carbonique.

L'action du gaz oxide de carbone sur l'air est la même que sur le gaz oxigène, si ce n'est qu'elle est moins vive; il s'ensuit qu'en plongeant une bougie allumée, dans une cloche de verre pleine de gaz oxide de carbone, ce gaz doit s'enflammer et donner lieu à du gaz acide carbonique.

Phosgène (*acide chloro-carbonique*). — Ce gaz, composé de chlore et d'oxide de carbone, s'ob-

tient en exposant pendant environ un quart d'heure, à la lumière du soleil, dans un flacon de verre, vidé d'air et bien sec, un mélange à volumes égaux des gaz chlore et oxide de carbone, après les avoir tenus l'un et l'autre pour les dessécher en contact avec du chlorure de calcium fondu : la couleur du chlore disparaît, et le volume du mélange diminue de moitié ; le gaz nouveau ainsi formé est le gaz phosgène.

Ce gaz est incolore et élastique comme l'air ; il a une odeur forte que l'on a comparée à celle qui résulterait d'un mélange de chlore et d'ammoniaque ; l'odeur du gaz phosgène est plus désagréable et plus suffoquante que celle du chlore : elle affecte les yeux d'une manière particulière, en provoquant les larmes et en produisant des sensations douloureuses. Ce gaz a les propriétés acides ; il rougit les couleurs bleues végétales et se combine avec le gaz ammoniacal, en neutralisant quatre fois son volume de ce gaz.

L'étain, le zinc, l'antimoine ou l'arsenic chauffés dans ce gaz, le décomposent en absorbant le chlore et en mettant le gaz oxide de carbone en liberté ; l'eau décompose également le gaz phosgène en le convertissant en acides hydrochlorique et carbonique.

Cyanogène. — Ce composé de carbone et d'azote, découvert en 1815 par M. Gay-Lussac, s'obtient en chauffant dans une petite cornue, au-dessous de la chaleur rouge, du cyanure de mercure neutre et parfaitement sec. Le sel noircit, et il se dégage en abondance une substance gazeuse qu'il faut recueillir sur le mercure. Ce gaz est le cyanogène ; il est incolore et d'une odeur particulière extrêmement désagréable ; sa pesanteur spécifique est 1,8064.

Le cyanogène est inflammable et brûle avec une flamme d'un bleu pourpre ; il peut supporter la chaleur rouge sans se décomposer ; l'eau en dis-

sout quatre fois et demi son volume, et l'alcool vingt-trois fois.

§. VII. — COMPOSÉS DE PHOSPHORE.

Oxide. — Cet oxide est solide, blanc, insipide; son odeur ressemble à celle du phosphore; sa pesanteur spécifique n'a point été déterminée.

Il entre moins facilement en fusion que le phosphore, brûle rapidement dans le gaz oxigène et dans l'air, pour peu qu'on le chauffe : il ne se dissout point dans l'eau.

Cet oxide n'existe point dans la nature; on le prépare en mettant le phosphore à la température ordinaire sous forme de cylindre d'un petit diamètre, dans un flacon presque plein d'eau, en renouvelant l'air de temps en temps; le phosphore perd peu à peu sa transparence, et se recouvre d'une croûte blanche qui n'est autre chose que l'oxide que l'on cherche à obtenir; il se forme en même temps une certaine quantité d'acide phosphorique, qui reste en dissolution.

Lorsqu'on s'est servi de phosphore à plusieurs reprises pour faire des analyses d'air, que ce corps paraît impur et qu'on le distille dans une petite cornue de verre, l'on obtient pour résidu une matière rouge qui ne paraît être que de l'oxide de phosphore. En brûlant rapidement dans l'air, le phosphore donne également lieu à un semblable résidu. Les propriétés de cet oxide sont sensiblement les mêmes que celles de l'oxide blanc. M. Thénard paraît être d'opinion que les deux oxides ne diffèrent l'un de l'autre qu'en ce que le blanc contiendrait de l'eau et serait un hydrate.

Protochlorure. — On l'obtient aisément en faisant passer du phosphore en vapeur à travers du perchlorure de mercure, chauffé dans un tube de verre ou de porcelaine. Pour cela on met au fond du tube, fermé par un bout, une certaine quantité de phosphore, et on remplit alors en très

grande partie le tube avec du perchlorure de mercure; on chauffe cette partie du tube qui contient le perchlorure, et en appliquant ensuite quelques morceaux de charbon rougis au feu, à l'extrémité du tube où est le phosphore, la chaleur le réduit en vapeurs, et il passe ainsi à travers le perchlorure; on a adapté à l'autre extrémité du tube, celle qui contient le perchlorure, un tube recourbé bien luté, qui plonge jusqu'au fond d'un récipient convenable; il se condense dans ce récipient un liquide qu'on en peut facilement retirer et qui est le protochlorure de phosphore.

Ce liquide est incolore comme l'eau; il répand des fumées épaisses lorsqu'il a le contact de l'air, et il a une saveur acide très caustique; sa pesanteur spécifique est 1,45. On peut le conserver dans des vaisseaux fermés, sans qu'il éprouve d'altération; mais exposé au contact de l'air, il se dissipe promptement en déposant une grande quantité de phosphore.

Lorsqu'on met ce protochlorure dans l'eau, il s'y convertit en acides hydrochlorique et phosphorique.

Perchlorure. — On peut le former aisément en brûlant du phosphore dans le chlore sec, dans la proportion de 6,5 centigrammes du premier, et de 197 centimètres cubes du second.

C'est une subsance d'un blanc de neige, excessivement volatile, qui se réduit en vapeur à la température au-dessous de l'eau bouillante. Sous une certaine pression elle peut être mise en fusion, et alors elle cristallise en prismes qui sont transparens; lorsqu'on en met dans l'eau, il se produit une action violente, l'eau est décomposée, et il y a formation d'acides hydrochlorique et phosphorique. Ce perchlorure semble avoir les propriétés acides, car sa vapeur rougit le papier de tournesol, et lorsqu'elle a été allumée, elle brûle à l'air; lorsqu'on le fait traverser un tube rouge

de feu avec du gaz oxigène, il est décomposé ; il se forme de l'acide phosphorique et du chlore.

Iodure. — Le phosphore a la propriété de se combiner avec l'iode en deux proportions, et de former ainsi un *protoiodure* et un *periodure* de phosphore.

Hydrogures. — Le phosphore se combine avec l'hydrogène en deux proportions, formant deux composés gazeux, auxquels on a donné les noms de gaz *hydrogène phosphoré*, et de gaz *hydrophosphorique* ou d'*hydrogure* et de *bihydrogure* de phosphore.

LIVRE QUATRIÈME.

COMPOSÉS ACIDES.

Nous rangerons ces composés nombreux en deux grandes divisions : la première comprend tous les acides de nature inorganique, c'est-à-dire ceux qu'on peut former sans avoir recours aux produits animaux ou végétaux ; la seconde classe renferme tous les acides auxquels l'organisation donne naissance.

La première division se subdivise en trois familles, que nous classerons par ordre alphabétique, dans chaque famille.

PREMIÈRE DIVISION.

37 ACIDES DE NATURE INORGANIQUE.

FAMILLE I. — 25 *acides formés par l'oxigène.*

16 non-métalliques.

1. Borique
2. Carbonique.
3. Chlorique.
4. Chloro-carbonique.
5. Cyanique.
6. Hypo-phosphoreux.
7. Hypo-sulfureux.
8. Hypo-sulfurique.
9. Iodique.
10. Nitreux.
11. Nitrique.
12. Perchlorique.
13. Phosphoreux.
14. Phosphorique.
15. Sulfureux.
16. Sulfurique.

9 métalliques.

1. Antimonieux.
2. Antimonique.
3. Arsénieux.
4. Arsénique.
5. Chromique.
6. Colombique.
7. Molybdeux.
8. Molybdique.
9. Tungstique.

FAMILLE II. — 8 *acides formés par l'hydrogène.*

1. Ferro-cyanique.
2. Fluorique.
3. Hydriodique.
4. Hydro-chlorique.
5. Hydro-cyanique.
6. Hydro-sulfo-cyan.
7. Hydro-sulfurique.
8. Hydro-tellureux.

FAMILLE III. — 4 *acides sans oxigène et sans hydrogène.*

1. Chloriodique.
2. Chloro-cyanique.
3. Fluoborique.
4. Fluosilicique.

Les acides de la deuxième division sont décomposables à une chaleur rouge; ils fournissent généralement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxigène, et dans un petit nombre de cas, de l'azote.

DEUXIÈME DIVISION.

38 ACIDES D'ORIGINE ORGANIQUE.

1. Acérique.
2. Acétique.
3. Amniotique.
4. Benzoïque.
5. Bolitique.
6. Camphorique.
7. Caséique.
8. Citrique.
9. Formique.
10. Fungique.
11. Gallique.
12. Kinique.
13. Laccique.
14. Lactique.
15. Lampique.
16. Lithique ou urique.
17. Malique.
18. Margarique.
19. Méconique.
20. Mélassique.
21. Mellitique.
22. Ménispermiqu e.
23. Moroxilique.
24. Mucique
25. Oléique.
26. Oxalique.
27. Purpurique.
28. Pyrolithique.
29. Pyromalique.
30. Pyrotartrique.
31. Rosacique.
32. Saclactique.
33. Sébacique.
34. Subérique.
35. Succinique.
36. Sulfovinique.
37. Tartrique.
38. Zumique.

Les bornes de cet ouvrage ne nous permettant

pas de décrire les 75 acides énoncés dans cette classification; nous allons nous occuper seulement des acides principaux de chaque groupe.

§. I. — ACIDES DE NATURE INORGANIQUE, ET NON MÉTALLIQUE, FORMÉS PAR L'OXIGÈNE.

1. *Acide borique* (*oxigène et bore*). — La manière la plus facile de préparer cet acide, consiste à faire dissoudre du sous-borate de soude dans de l'eau chaude, et à verser peu à peu dans cette dissolution filtrée, de l'acide sulfurique jusqu'à excès, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elle soit devenue d'une saveur sensiblement acide. En la laissant alors refroidir, il s'y trouve un grand nombre de cristaux en paillettes brillantes. Ces cristaux sont l'acide borique; on les lave avec de l'eau froide, et on les fait sécher sur un papier à filtrer.

L'acide borique ainsi obtenu est sous la forme d'écailles minces hexaedres, onctueuses au toucher et d'un blanc argentin; sa saveur, aigrelette d'abord, produit ensuite une impression d'amertume et de fraîcheur, et finit par être d'une douceur agréable; pressé sous la dent, il n'est pas cassant, mais ductile. Cet acide n'a point d'odeur; mais en versant dessus de l'acide sulfurique, il s'exhale, pendant quelques instans seulement, une odeur de musc. Il n'est point altéré par la lumière; au feu, il se boursoufle d'abord en perdant son eau de cristallisation; à une chaleur rouge, il se fond et se convertit en un verre transparent et dur qui devient tant soit peu opaque à l'air, mais il n'en attire pas d'humidité.

L'acide borique est très peu soluble dans l'eau; ce liquide bouillant dissout à peine la cinquantième partie de son poids d'acide borique, et l'eau froide en prend beaucoup moins.

2. *Acide carbonique* (*oxigène et carbone*). — On prépare le plus ordinairement cet acide, en versant de l'acide sulfurique étendu de cinq à six fois

son poids d'eau, sur de la craie ordinaire qui est un composé d'acide carbonique et de chaux; il s'ensuit une effervescence et un dégagement de gaz acide carbonique que l'on peut recueillir à l'aide de la cuve hydro-pneumatique.

L'acide carbonique, à l'état de gaz, est élastique et invisible comme l'air. Il ne peut servir ni à la combustion, ni à la respiration; il rougit la teinture de tournesol, mais il n'altère pas les autres couleurs végétales.

Le gaz acide carbonique est beaucoup plus dense que l'air ordinaire. C'est à raison de ce grand excès de sa pesanteur sur celle de l'air, qu'on peut verser le gaz acide carbonique d'un vase dans un autre. Les effets produits lorsqu'on transvase ce fluide invisible d'un vaisseau dans un autre, paraissent très singuliers. Si l'on place une chandelle allumée, ou un petit animal dans un vaisseau creux, la chandelle s'éteint et l'animal expire peu de secondes après que le gaz acide carbonique a été introduit par-dessus dans le vaisseau, quoiqu'on ne puisse rien apercevoir à la vue qui y ait été mis; si cependant on introduit du gaz acide carbonique dans un vaisseau rempli d'air, à la clarté du soleil, sa densité étant beaucoup plus grande que celle de l'air, elle le rend légèrement visible par les ondulations et les stries formées par lui sur ce fluide, à mesure qu'il descend en le pénétrant.

C'est à raison de sa densité que le gaz acide carbonique occupe les parties les plus basses des mines, cavernes et grottes où se trouvent les matériaux qui le fournissent par décomposition. La grotte du Chien, dans le royaume de Naples, a été fameuse depuis deux siècles, par le récit des effets que produit la couche de gaz acide carbonique qui en recouvre le fond.

Le gaz acide carbonique résiste à la plus forte chaleur que nous puissions produire. Exposé à un

froid très intense, il ne change pas d'état; mais si en même temps qu'il est refroidi, on le soumet à une forte pression, il se liquéfie.

Lorsqu'on laisse pendant long-temps le gaz acide carbonique en contact avec l'eau, elle l'absorbe par degré et peut même en prendre dans la proportion d'un volume égal au sien, à la température de 50° centigrades. M. Lane a reconnu le premier, que par l'agitation, la combinaison de ce gaz avec l'eau s'effectue beaucoup plus promptement.

La glace n'absorbe point de gaz acide carbonique; et lorsque de l'eau liquide qui en contient passe à cet état, le gaz s'en sépare en totalité dans l'acte de congélation. On en dépouille également l'eau en la faisant bouillir.

On parvient, à l'aide d'une pression artificielle, à augmenter considérablement la quantité de ce gaz absorbé et condensé dans l'eau, qui peut en prendre ainsi jusqu'à deux ou trois fois son volume.

Lorsque l'eau ainsi chargée, et devenue acide carbonique liquide, est exposée à l'air dans un vaisseau ouvert, l'acide s'en dégage promptement sous forme de gaz, et l'eau reste pure.

3. *Acide chlorique* (*oxigène et chlore*). — Cet acide n'existe ni libre, ni combiné dans la nature. M. Gay-Lussac se le procura, en 1814, de la manière suivante. Il préparait d'abord une certaine quantité de *chlorate de barite*. Il versait ensuite dans une dissolution étendue de ce sel dans l'eau, de l'acide sulfurique faible, en ajoutant cet acide avec précaution jusqu'à ce que la barite eût été précipitée en totalité. Le sulfate étant alors séparé de la liqueur par le filtre, elle ne consistait plus que dans l'acide chlorique pur, en dissolution dans l'eau.

Cette dissolution dans l'eau de l'acide chlorique ainsi obtenue, est incolore. Sa saveur est astringente et très acide. Elle rougit fortement le tournesol sans

détruire sa couleur; mais si on laisse pendant quelque temps du papier de tournesol, en contact avec elle, sa couleur est détruite. L'odeur de l'acide chlorique est un peu piquante lorsqu'il est très concentré; et, par une douce chaleur, il se concentre et acquiert alors une consistance oléagineuse. Il n'altère pas la dissolution d'indigo dans l'acide sulfurique.

L'acide chlorique diffère du chlore en ce qu'il ne précipite pas la gélatine et qu'il ne trouble pas la dissolution d'argent. La lumière ne le décompose pas. Mêlé avec de l'acide hydrochlorique, il y a formation d'eau et les acides sont convertis l'un et l'autre en chlore. Les acides sulfureux et hydrosulfurique décomposent l'acide chlorique, mais l'acide nitrique ne lui fait éprouver aucune altération.

9. *Acide iodique* (*oxigène et iode*). — Cet acide n'existe ni libre ni combiné dans la nature; c'est à M. Gay-Lussac que l'on en doit la découverte, mais c'est sir H. Davy qui est parvenu le premier à l'obtenir de la manière suivante : Après avoir mis dans un long tube de verre, recourbé de manière à lui donner la figure de la lettre L renversée (ʃ), et fermé à une de ses extrémités, un mélange de 100 parties de chlorate de potasse et 400 parties d'acide hydrochlorique de la pesanteur spécifique de 1,105, on fait communiquer ce tube avec un mince récipient de verre à long col, dans lequel on a préalablement introduit 40 parties d'iode. Dans l'extrémité du tube recourbé on met du chlorure de calcium desséché, on réunit le tube au récipient et on chauffe doucement. Il se dégage du protoxide de chlore, qui, à mesure qu'il arrive en contact avec l'iode, donne lieu à combustion, et il en résulte deux nouveaux composés, un composé d'iode et d'oxigène, et un composé d'iode et de chlore; ce dernier est aisément séparé par la chaleur, tan-

dis que le premier reste à l'état de pureté; c'est l'acide iodique.

Cet acide pur est un solide blanc demi transparent. Il a une saveur fortement acide et astringente, mais sans odeur. Sa densité est de beaucoup supérieure à celle de l'acide sulfurique; à une température de 337° centigrades, il se fond et se décompose entièrement en donnant de l'oxigène et de l'iode.

L'acide iodique est déliquescent à l'air, et par conséquent très soluble dans l'eau. Il agit sur les infusions végétales, en rougissant d'abord les couleurs bleues qu'il finit par détruire, et en changeant les autres en blanc.

Lorsqu'on chauffe un mélange de l'acide iodique avec le charbon, le sucre, ou d'autres corps inflammables, il se produit des détonations.

11. *Acide nitrique* (*oxigène et azote*). — Cet acide, que l'on devrait peut être appeler *acide azotique* pour se conformer strictement à la nomenclature chimique, peut s'obtenir par la combinaison des gaz qui le composent. Si, après avoir introduit dans un tube de verre d'environ deux millimètres de diamètre un mélange de 1 volume de gaz azote avec environ 2 volumes et demi de gaz oxigène, sur le mercure, on fait traverser ce mélange pendant quelques heures par une suite d'étincelles électriques, il se produira de l'acide nitrique; ou si le mélange est accompagné d'une dissolution de potasse, on obtiendra du nitrate de potasse. Mais on prépare ordinairement cet acide par la distillation, dans une cornue de verre d'un mélange de deux parties de nitrate de potasse, et d'une partie d'acide sulfurique. Le bec de la cornue entre dans un récipient qui y est luté et d'où sort un tube de verre qui va plonger dans un flacon à deux ouvertures, contenant un peu d'eau et garni d'un tube de sûreté. A l'autre ouverture de ce flacon est adapté un tube qui aboutit à un appareil pneu-

matique, au moyen duquel on recueille le gaz qui se dégage pendant l'opération. On chauffe la cornue par degrés, presque jusqu'au rouge. L'acide nitrique passe dans le récipient où il est condensé, tandis que l'air des vaisseaux et le gaz oxigène mis en liberté, spécialement sur la fin de l'opération, passent dans l'appareil pneumatique, et l'eau dans les flacons s'imprégne du peu d'acide qui a pu échapper du récipient sans s'y être condensé.

L'acide ainsi obtenu est d'une couleur jaune, et presque toujours accompagné des acides sulfurique et hydrochlorique, dont on ne parvient que difficilement à le séparer par des distillations lentes et répétées.

L'acide nitrique pur est liquide, limpide et incolore comme l'eau. Il a une saveur particulière âcre et excessivement acide. Il est très corrosif et produit sur la peau des taches jaunes qui ne disparaissent qu'avec l'épiderme. C'est un poison mortel lorsqu'il est introduit à l'état de concentration dans l'estomac; mais, lorsqu'il est étendu à grande eau, il peut être pris à l'intérieur sans inconvénient. Il exhale continuellement des vapeurs blanches d'une odeur âcre et désagréable.

L'acide nitrique a une grande affinité pour l'eau, et il n'a jamais encore été obtenu qu'à l'état de mélange avec ce liquide.

La température à laquelle cet acide entre en ébullition varie suivant sa densité, depuis 38° centigrades jusqu'à 105° centigrades. Refroidi à 54° centigrades au-dessous de zéro, il commence à se congeler; et, en agitant le vase qui le contient, il se convertit en une masse épaisse comme du beurre.

Lorsqu'on fait passer de l'acide nitrique à travers un tube rouge de feu, il se résout en oxigène et en azote, et l'action de la lumière solaire le décompose en partie.

Mêlé avec l'acide hydrochlorique, l'acide nitrique forme l'acide hydrochloronitrique qui dis-

sont l'or et le platine, et dont les propriétés particulières semblent dues à une décomposition mutuelle des acides composans.

14. *Acide phosphorique* (*oxigène et phosphore*). — Cet acide n'existe pas libre dans la nature, mais il abonde à l'état de combinaison, dans les minéraux et même dans les substances animales et végétales. On peut le produire directement en faisant traverser par du gaz oxigène de l'eau dans laquelle du phosphore a été liquéfié ou fondu. Mais le moyen le plus simple et le plus économique de se procurer l'acide phosphorique, est celui qui consiste à laisser le phosphore se résoudre lentement en une liqueur acide par sa combustion spontanée dans l'atmosphère. Après avoir mêlé avec de l'acide nitrique la liqueur produite, et l'avoir ainsi laissée en digestion pendant quelque temps, il faut l'évaporer à siccité pour en chasser l'excès d'acide nitrique qu'elle contient. Le résidu sec de cette opération est l'acide phosphorique combiné avec une portion d'eau et à l'état d'hydrate.

L'acide phosphorique ainsi obtenu a l'aspect du verre. Il est quelquefois transparent, mais il a le plus souvent une apparence laiteuse. Il rougit les couleurs bleues végétales; il n'a point d'odeur; sa saveur est très acide; mais il ne détruit pas le tissu des corps organisés.

Exposé à l'air, il attire promptement l'humidité et se résout en un liquide épais de consistance oléagineuse; en le chauffant dans un creuset de platine, son eau s'évapore peu à peu, et le laisse à l'état d'une gelée transparente. Si l'on continue la chaleur, il entre en ébullition et se boursouffle; à une chaleur rouge, il passe à l'état de fonte tranquille et de liquide transparent; il prend, en se refroidissant, la forme vitreuse, et devient semblable au cristal le plus pur; à un degré de chaleur beaucoup plus élevé, il se vaporise.

L'acide phosphorique est très soluble dans l'eau;

et lorsqu'il est à l'état de flocons blancs, sa dissolution dans ce liquide a lieu avec un sifflement semblable à celui d'un fer rouge qu'on y plonge ; elle est beaucoup plus lente lorsqu'il est à l'état de verre.

16. *Acide sulfurique* (*oxigène et soufre*). — Cet acide n'existe pas libre dans la nature, mais on le trouve à l'état de combinaison avec un grand nombre d'oxides métalliques. L'acide sulfurique du commerce s'obtient en brûlant dans de grandes chambres de plomb un mélange de 7 parties de soufre et de 1 partie de nitrate de potasse. Cette combustion donne lieu à la formation d'acide sulfureux et de deutoxide d'azote. Ce dernier gaz, en absorbant l'oxigène de l'atmosphère, est converti en acide nitreux. L'un et l'autre de ces acides sont absorbés par l'eau. L'acide nitreux cède une portion de son oxigène à l'acide sulfureux et le convertit ainsi en acide sulfurique. Revenu à l'état de deutoxide d'azote, il se dégage, s'unit à l'oxigène, redevient acide nitreux et est absorbé par l'eau ; cet acide change de nouveau l'acide sulfureux en acide sulfurique, et ces changemens successifs continuent d'avoir lieu ainsi jusqu'à ce que l'acide sulfureux ait été en totalité converti en acide sulfurique. On évapore l'eau ainsi acidulée dans des vaisseaux de plomb, jusqu'à un certain degré de concentration, et l'évaporation est alors continuée dans des cornues de verre, jusqu'à ce que l'acide ait acquis le degré de force convenable. Par cette opération, on sépare de l'acide une portion très considérable de son eau ; mais il ne peut pas en être dépouillé entièrement par ce moyen.

L'acide sulfurique pur est incolore comme l'eau, mais beaucoup plus dense ; il est sans odeur, de consistance oléagineuse et onctueux au toucher, ce qui provient de ce qu'il corrode et détruit la peau avec laquelle il forme un composé savonneux. Son action sur la teinture de tournesol est si forte,

qu'une seule goutte de l'acide suffit pour colorer en rouge une très grande quantité de cette teinture. C'est un des plus violens caustiques que l'on connaisse, et la personne qui aurait le malheur d'en avaler périrait promptement au milieu d'horribles convulsions.

Si l'on fait passer de l'acide sulfurique à travers un tube de porcelaine d'environ 5 millimètres de diamètre, rouge de feu, cet acide se résout en acide sulfureux, oxigène et eau.

L'acide sulfurique a une forte attraction pour l'eau, qu'il enlève très rapidement à l'atmosphère, et en plus grande quantité s'il y reste exposé dans un vaisseau ouvert, en absorbant ainsi le tiers de son poids de ce liquide dans vingt-quatre heures, et plus de six fois son poids dans un an.

L'acide sulfurique peut se congeler en l'entourant de neige fondante, et il peut entrer en ébullition à la température de 326° centigrades; mais ces termes de congélation et d'ébullition varient suivant que l'acide est plus ou moins concentré.

L'acide sulfurique pur n'émet pas de fumée. Lorsqu'on distille l'acide sulfurique fumant dans une cornue de verre, à une chaleur ménagée, et en ayant soin d'entourer de glace le récipient, la portion fumante passe d'abord, et peut être obtenue à l'état solide, en arrêtant la distillation à temps. Dans cet état, il est en filamens soyeux, rudes au toucher, difficiles à couper, ayant de la ressemblance avec l'asbeste. Jusqu'à la température de 19° centigrades, il continue d'être solide; mais au-dessus de ce terme, il devient une vapeur incolore qui blanchit avec le contact de l'air. Versé dans l'eau en petites quantités, il produit un sifflement semblable à celui auquel donnerait lieu l'immersion d'un fer rouge de feu; projeté dans l'eau en quantités plus grandes, il en résulte une espèce d'explosion.

Cet acide solide, que l'on a supposé être l'acide

sulfurique entièrement dépouillé d'eau, paraît être un mélange d'acide sulfureux et d'acide sulfurique.

§. II. — ACIDES MÉTALLIQUES FORMÉS PAR L'OXIGÈNE.

3. *Acide arsénieux* (*oxigène et arsenic*). — La préparation la plus simple de cet acide consiste à chauffer l'arsenic avec le contact de l'air; il se sublime alors sous la forme d'une poudre blanche. On l'obtient souvent en abondance dans le travail d'extraction de plusieurs mines, et notamment dans le grillage des mines de cobalt.

L'acide arsénieux rougit les couleurs bleues les plus délicates, quoiqu'il fasse tourner au vert le sirop de violettes. C'est un poison excessivement violent. Par son exposition à l'air, il devient opaque et se recouvre d'une légère efflorescence. Mis sur des charbons ardens, il se réduit en fumée blanche avec une forte odeur d'ail; chauffé en vaisseaux clos, il se volatilise; et si la chaleur est assez forte, il se vitrifie.

L'acide arsénieux exige, pour se dissoudre dans l'eau, quatre-vingts fois son poids de ce liquide à froid, et trente fois seulement lorsqu'il est bouillant. La dissolution cristallise beaucoup mieux par évaporation lente que par simple refroidissement.

L'alcool se charge d'acide arsénieux, dans la proportion de 1 à 2 pour 100.

4. *Acide arsénique* (*oxigène et arsenic*). — La préparation la plus simple de l'acide arsénique consiste à dissoudre l'arsenic dans l'acide nitrique, en évaporant la dissolution à siccité, en redissolvant le résidu dans l'eau, et en évaporant de nouveau à siccité la dissolution après l'avoir filtrée.

L'acide arsénique ainsi préparé est une masse solide blanche, n'ayant qu'une très faible saveur. C'est un poison excessivement violent. Chauffé au rouge dans une cornue de verre, il se fond et devient transparent; mais il attaque fortement la

cornue si on élève davantage la température; il prend en refroidissant une nuance laiteuse. Par une très forte chaleur l'acide abandonne un peu de son oxigène, et il est alors en partie converti en acide arsénieux.

L'acide arsénique est déliquescent, et cependant sa dissolution dans 6 parties d'eau à froid s'opère lentement; mais dans deux parties d'eau bouillante, elle a presque instantanément lieu, et elle retient l'acide, lors même qu'une portion considérable de cette eau a été évaporée.

5. *Acide chromique* (*oxigène et chrome*). — On extrait cet acide de la mine de chrome, en France, en mettant à l'état d'ignition dans un creuset, pendant plusieurs heures, deux parties de la mine réduite en poudre et une partie de nitrate de potasse. On laisse la masse torréfiée en digestion dans l'eau, jusqu'à ce que ce liquide se soit chargé de toute la portion de cette masse qu'il peut dissoudre. Ce qui reste est un mélange d'oxide de fer et de chromate de fer non décomposé. On en sépare l'oxide de fer par l'acide hydrochlorique; et, après avoir ajouté une dose de nitrate de potasse au chromate non décomposé, on torréfie de nouveau le mélange; par ce moyen la décomposition devient complète. On sature alors par l'acide acétique la liqueur qui tient en dissolution la potasse et l'acide chromique, ensuite on l'évapore jusqu'à ce que le chromate de potasse cristallise. Après avoir dissous ce sel dans l'eau, on précipite l'acide chromique par l'hydrochlorate de barite. Le chromate de barite bien lavé est dissous dans l'acide nitrique. On précipite ensuite la barite par l'acide sulfurique avec beaucoup de précautions, pour éviter tout excès de cet acide; après avoir filtré la liqueur, on l'évapore à siccité à une douce chaleur. On ajoute de l'eau, et on évapore ainsi deux ou trois fois pour chasser l'acide nitrique; la masse qui reste alors étant desséchée est l'acide chromique à l'état de pureté.

Cet acide ainsi obtenu est une substance d'un rouge foncé. Sa saveur est acide, austère et fortement métallique. Il est soluble dans l'eau et peut s'obtenir de ce liquide en prismes allongés d'une couleur de rubis.

Par l'exposition de cet acide à l'action de la chaleur et de la lumière, il se convertit en un oxide vert de chrome, en dégageant du gaz oxigène pur. Cet oxide vert de chrome ne peut plus être rétabli à l'état d'acide, à moins que son oxigène ne lui soit rendu en le traitant avec quelque autre acide.

§. III. — ACIDES DE NATURE INORGANIQUE, FORMÉS PAR L'HYDROGÈNE.

2. *Acide fluorique* (*hydrogène et fluor*). — Nous admettons ici, suivant sir H. Davy et le docteur Thomson, cette composition de l'acide fluorique, quoiqu'elle ne soit pas encore démontrée positivement. L'acide fluorique n'ayant pas été décomposé jusqu'à présent, quelques chimistes le regardent comme une combinaison d'oxigène et de fluor. On le prépare de la manière suivante : on introduit dans une cornue de plomb ou d'argent, à laquelle est adapté un récipient du même métal, du fluate de chaux pur réduit en poudre fine et qu'on mêle bien avec deux fois son poids d'acide sulfurique concentré. On lute alors avec de l'argile la cornue à ses jointures, et on chauffe ensuite très doucement, en entourant le récipient d'un mélange de neige et de sel marin ; l'acide fluorique est dégagé, et il se condense dans le récipient à l'état liquide.

Cet acide, à zéro centigrade, et même à 16° au-dessus, est liquide et incolore comme l'eau ; il ne se congèle pas lorsqu'il est refroidi à 20° centigrades au-dessous de zéro ; on n'a pas encore déterminé son terme d'ébullition, mais il n'est pas élevé ; exposé à l'air, il répand des fumées très

abondantes, d'une odeur plus âcre que celle du chlore et extrêmement délétères. A vaisseaux ouverts il se dissipe très promptement, et on ne peut le conserver que dans des vaisseaux métalliques. Ceux qui conviennent le mieux à cet effet sont des vaisseaux faits d'argent pur avec des bouchons du même métal, qui ne laissent aucun accès à l'air.

Lorsqu'on laisse tomber une goutte de cet acide dans l'eau, il se produit un sifflement semblable à celui qui a lieu lorsqu'on plonge un fer rouge dans ce liquide. Lorsqu'on fait tomber quelques gouttes d'eau dans l'acide, il entre en ébullition. On peut ajouter une grande quantité d'eau à cet acide sans détruire la propriété qu'il a d'être fumant.

Lorsqu'une goutte d'acide fluorique tombe sur la peau, elle occasionne une escarre difficile à guérir et accompagnée de tumeur et de douleurs très intenses.

Dès que l'acide fluorique a le contact du verre, il le corrode immédiatement et se convertit en acide fluosilicique.

3. *Acide hydriodique* (*hydrogène et iode*). — On peut obtenir cet acide en chauffant dans une petite cornue de verre 8 parties d'iode et une de phosphore humecté avec un peu d'eau; l'eau se décompose, son oxigène s'unit au phosphore, et son hydrogène à l'iode; il en résulte de l'acide phosphoreux et du gaz hydriodique, que l'on recueille, par le moyen d'un tube, dans un flacon long, étroit et plein d'air. Le gaz acide hydriodique mis en contact avec le mercure est promptement décomposé, et c'est pour cette raison qu'il ne faut pas recueillir ce gaz acide sur le mercure.

L'acide hydriodique, à l'état de gaz, est incolore et élastique comme l'air; son odeur ressemble à celle du gaz acide hydrochlorique, et sa saveur est très acide.

L'acide hydriodique est rapidement absorbé par l'eau, et par une douce chaleur on peut le con-

centrer. On obtient l'acide hydriodique liquide en mettant de l'iode dans de l'eau, et en faisant passer dans le liquide un courant de gaz hydro-sulfurique; l'hydrogène du gaz s'unit avec l'iode, et le soufre se précipite. Lorsque l'iode est dissous en totalité, on laisse la liqueur en repos pendant quelque temps, jusqu'à ce que le soufre se soit déposé, et alors on la décante claire. En la chauffant ensuite, on en dégage l'excès d'acide hydro-sulfurique. L'on peut réduire l'acide hydriodique à un grand état de condensation, en l'évaporant doucement.

4. *Acide hydrochlorique* (*hydrogène et chlore*). — On peut produire le gaz acide hydrochlorique directement de la manière suivante : après avoir préparé deux vaisseaux de verre d'une égale capacité, de manière qu'ils s'adaptent parfaitement l'un à l'autre, on remplit l'un de gaz chlore sec, et l'autre de gaz hydrogène; on les ajuste l'un dans l'autre, et on les expose ainsi, non pas au soleil, mais à la lumière du jour; la couleur du chlore disparaît peu à peu, et au bout de quelques jours le mélange gazeux devient incolore; c'est alors du gaz hydrochlorique pur, et son volume est égal à celui des deux gaz qui le composent. On obtient le plus ordinairement l'acide hydrochlorique en traitant le sel marin ordinaire par l'acide sulfurique. On introduit 80 grammes environ de sel marin dans une petite cornue, et on y verse ensuite une quantité égale d'acide sulfurique; il se produit une vive effervescence, et après avoir laissé dégager l'air contenu dans l'appareil, on recueille le gaz acide hydrochlorique sur le mercure.

Cet acide est invisible comme l'air, et comme lui susceptible de contraction et d'expansion. Il a une odeur particulière, et lorsqu'il se trouve en contact avec l'air de l'atmosphère, il devient visible par la fumée blanche qu'il forme à raison de l'avidité avec laquelle il en absorbe l'humidité. Sa saveur est acide et corrosive; les animaux ne

peuvent le respirer, et lorsqu'ils sont plongés dans une cloche qui en est remplie, ils y périssent très promptement dans des convulsions. Aucun corps combustible quelconque ne peut y brûler. Il est remarquable cependant qu'il produit un très grand effet sur la flamme des corps combustibles, car en plongeant une bougie allumée dans ce gaz, on peut observer que la flamme prend une couleur verte un moment avant qu'elle s'éteigne, et la même teinte se manifeste aussitôt après que la bougie a été allumée.

L'eau a tant d'affinité pour le gaz acide hydrochlorique, qu'à la température de 16° centigrades, et sous la pression de 75 centimètres de mercure, 6 centimètres cubes d'eau absorbent 8 décimètres cubes de gaz acide hydrochlorique; l'eau s'échauffe dans cette absorption. La glace absorbe aussi le gaz acide hydrochlorique, et en même temps elle se liquéfie. En chauffant l'eau imprégnée du gaz, il en est chassé, sans éprouver d'altération.

L'acide hydrochlorique du commerce est à l'état de dissolution dans l'eau, et presque toujours d'un jaune pâle, ce qui est dû à une petite portion de fer qu'il tient en dissolution.

5. *Acide hydrocyanique* (*hydrogène*, *azote et carbone*). — On obtient cet acide en traitant par l'acide hydrochlorique le cyanure de mercure.

Après avoir délayé dans de l'eau bouillante une certaine quantité de bleu de Prusse en poudre, on y ajoute du peroxide de mercure, par portions successives, jusqu'à ce que la couleur bleue soit détruite. La liqueur étant alors filtrée, on la concentre par évaporation jusqu'à pellicule; il s'y forme, par refroidissement, des cristaux de cyanure de mercure. Ces cristaux étant desséchés, on les introduit dans une petite cornue de verre tubulée, au bec de laquelle est adapté un tube horizontal d'environ six décimètres de longueur et un centimètre et demi de diamètre intérieur. Le

premier tiers du tube, tenant au bec de la cornue, est rempli de petits morceaux de marbre blanc, et les deux autres tiers contiennent également des petits morceaux de chlorure de calcium. A l'extrémité de ce tube est adapté un petit récipient, qu'il faut tenir entouré d'un mélange frigorifique ou de glace. Versez alors sur les cristaux de l'acide hydrochlorique en quantité inférieure à celle qui serait suffisante pour saturer le peroxide de mercure dont ils sont formés; chauffez ensuite doucement la cornue; l'acide hydrocyanique, élevé en vapeurs, se condensera dans le tube; s'il passait avec ces vapeurs du gaz acide hydrochlorique, cet acide serait attiré et retenu par le marbre; tandis que l'eau qui aurait pu être mêlée avec la vapeur hydrocyanique, serait absorbée et condensée par le chlorure de calcium. On peut, au moyen d'une chaleur modérée, faire parcourir successivement à l'acide hydrocyanique toute la longueur du tube; et, après l'avoir laissé pendant quelque temps en contact avec le chlorure de calcium, le faire passer enfin dans le récipient. Comme l'acide carbonique, dégagé du marbre par l'acide hydrochlorique, pourrait entraîner avec lui de l'acide hydrocyanique, il faut avoir soin de conduire la chaleur de manière à l'éviter.

L'acide hydrocyanique ainsi préparé est un liquide incolore, très odorant; et la vapeur, si on la respire sans précaution, peut produire le malaise ou la défaillance; sa saveur, fraîche d'abord, puis brûlante asthénique à un haut degré, est un véritable poison. Il bout à environ 26 degrés centigrades, et se congèle à 16 degrés centigrades au-dessous de zéro. Le froid qu'il produit en se réduisant en vapeur suffit accidentellement pour le congeler.

En conservant cet acide dans des vases bien fermés, même sans qu'il ait le contact de l'air, il se décompose quelquefois en moins d'une heure;

et rarement on le conserve au delà de quinze jours.

Il prend feu sur-le-champ dans l'air par l'approche d'un corps en combustion.

L'acide hydrocyanique pur est un poison si violent, que lorsqu'une baguette trempée dans cet acide est mise en contact avec la langue d'un animal, la mort s'ensuit avant que la baguette ait pu être retirée.

7. *Acide hydrosulfurique* (*hydrogène et soufre*). — On prépare ordinairement cet acide en traitant, à l'aide de la chaleur, le sulfure de fer ou d'antimoine, par l'acide hydrochlorique liquide. On réduit le sulfure d'antimoine en poudre, et on l'introduit dans un petit matras avec cinq ou six fois son poids d'acide hydrochlorique concentré. On adapte au col du matras, au moyen d'un bouchon de liége, deux tubes, dont l'un à entonnoir et propre à y verser l'acide, et l'autre propre à recueillir le gaz, et plongeant dans la cuve hydropneumatique. A l'aide d'une chaleur modérée, le gaz acide hydrosulfurique se dégage, et on le recueille à la manière ordinaire.

Ce gaz est incolore et élastique comme l'air; mais, comprimé et refroidi en même temps, il se liquéfie. Sa saveur est sure, et il rougit les couleurs bleues végétales; il a une odeur très fétide, particulière, et assez semblable à celle des œufs pourris; il ne peut entretenir la combustion; cependant il prend feu lorsqu'il a le contact d'une bougie allumée, et brûle avec une flamme d'un bleu pâle, qui dépose du soufre. Les animaux ne peuvent le respirer sans en être suffoqués; et de tous les gaz, c'est peut-être le plus délétère.

Le gaz acide hydrosulfurique est rapidement absorbé par l'eau, qui en prend au-delà d'un volume égal au sien. L'eau qui en est imprégnée est sans couleur, mais elle a l'odeur du gaz, une saveur douceâtre nauséabonde, jouit des propriétés acides,

et par son exposition à l'air, le gaz s'en dégage par degrés.

Si l'on met à l'état d'ignition, au moyen de l'appareil voltaïque, un fil de platine dans du gaz hydrosulfurique, ce gaz est rapidement décomposé. Il se dépose du soufre, et il reste un volume égal d'hydrogène. Le même changement est produit plus lentement par l'étincelle électrique.

§. IV. — ACIDES DE NATURE INORGANIQUE, SANS OXIGÈNE ET SANS HYDROGÈNE.

3. *Acide fluoborique* (*fluor et bore*). — En chauffant doucement, dans une cornue de plomb, un mélange composé d'une partie d'acide borique pur, vitreux et réduit en poudre, de deux parties de fluate de chaux très pur, et de douze parties d'acide sulfurique, le gaz acide fluoborique se dégage, et il faut le recueillir sur le mercure.

Ce gaz incolore ne se décompose point à une très haute température, et se condense par le froid sans changer d'état. Son odeur est piquante et ressemble à celle de l'acide hydrochlorique; on ne peut le respirer sans éprouver la suffocation; il éteint la combustion et rougit fortement la teinture de tournesol; il n'a point d'action sur le verre, mais il en exerce une très énergique sur les substances végétales et animales; il les attaque avec autant de force que l'acide sulfurique concentré, et paraît agir sur ces corps par la production d'eau, car lorsqu'il les charbonne, ou qu'il en sépare du carbone, on peut les toucher sans courir le risque de se brûler.

Mis en contact avec l'oxigène ou avec l'air, à une température basse ou élevée, il n'éprouve aucun changement, si ce n'est qu'à la température ordinaire, il s'empare de l'humidité que ces gaz contiennent; il est transformé dans ce cas en un liquide émettant des vapeurs extrêmement denses; il agit de la même manière sur tous les gaz qui

contiennent de l'eau hygrométrique ; quelque peu qu'il puisse y en exister, il donne lieu à des vapeurs très sensibles, d'où il résulte que le gaz acide fluoborique peut être employé pour reconnaître si un gaz contient ou non de l'humidité.

Le gaz acide fluoborique est très soluble dans l'eau, qui peut absorber, suivant le docteur John Davy, 700 fois son volume de ce gaz ou deux fois son poids, à la température et à la pression ordinaire de l'atmosphère. Si l'on débouche sous l'eau un flacon contenant du gaz acide fluoborique, le liquide s'y introduira précipitamment et avec bruit, et il le remplira. L'eau saturée de ce gaz est limpide, fumante et très caustique. Elle abandonne par la chaleur environ la cinquième partie du gaz qu'elle contient, mais il est impossible de lui en enlever davantage.

4. *Acide fluosilicique* (*fluor et silicium*). — En mettant dans une cornue un mélange à quantités égales de fluate de chaux et de verre, réduits en poudre fine, et en ajoutant au mélange une quantité d'acide sulfurique suffisante pour le mettre à l'état pâteux; par une chaleur modérée, le gaz acide fluosilicique se dégage en abondance, et on peut le recueillir dans une cloche de verre, sur le mercure.

Ce gaz est incolore et élastique comme l'air, mais environ trois fois plus dense; il ne se décompose point à une très haute température. Son odeur ressemble à celle de l'acide hydrochlorique, et sa saveur est très acide. Il répand des fumées blanches dans l'atmosphère, et rougit les couleurs bleues végétales. Aucun animal ne peut y vivre, et aucun combustible ne peut y brûler.

Ce gaz est rapidement absorbé par l'eau, qui peut en prendre 263 fois son volume, et qui le décompose en en précipitant la silice en partie.

§. V. — Acides d'origine organique.

2. *Acide acétique* (*oxigène, hydrogène et carbone*). — Cet acide, auquel on donne le nom de vinaigre lorsqu'il est très étendu et un peu impur, se trouve dans la sève de presque toutes les plantes, libre ou uni à la potasse. La sueur, l'urine de l'homme, le lait même le plus récent, en contiennent d'une manière très sensible. Il se développe dans l'estomac à la suite de mauvaises digestions. C'est l'un des produits constans de la fermentation putride. Presque toutes les substances végétales sèches et quelques substances animales, étant exposées, en vaisseaux clos, à une chaleur rouge, fournissent de cet acide en grande quantité. On connaît dans le commerce quatre variétés d'acide acétique, savoir : 1°. le vinaigre de vin; 2°. le vinaigre de malt; 3°. le vinaigre de sucre; 4°. le vinaigre de bois; et de chacune de ces variétés, convenablement distillée, on peut obtenir l'acide acétique pur; mais dans les laboratoires de chimie, on le prépare le plus ordinairement en distillant lentement, dans une cornue de verre, à un feu très modéré, un mélange de deux parties d'acétate de potasse fondue et d'une partie de l'acide sulfurique le plus concentré. L'acide acétique se dégage à l'état de vapeur, et on le recueille dans un récipient refroidi avec de la glace ou avec un mélange frigorifique. On peut le débarrasser d'une petite portion d'acide sulfureux qui en altère la pureté, en le redistillant avec un peu d'acétate de plomb

L'acide acétique le plus pur qu'on ait pu obtenir jusqu'à présent se prend en masse cristallisée, à la température de 13° centigrades; il est incolore; son odeur piquante affecte les narines et les yeux, même douloureusement, lorsqu'on le respire sans précaution; sa saveur est éminemment acide et âcre; il excorie et brûle la peau; il est éminem-

ment volatil. Chauffé à l'air, il s'enflamme rapidement.

L'acide acétique s'unit avec l'eau en toute proportion. En faisant passer cet acide à travers un tube de porcelaine rempli de charbon et rouge de feu, il est décomposé; mais la chaleur rouge, sans l'aide du charbon, ne suffit pas toujours pour sa décomposition.

11. *Acide gallique* (*oxigène, hydrogène et carbone*). — Cet acide existe dans différentes substances végétales, qui jouissent de propriétés astringentes, mais en plus grande proportion dans les excroissances appelées galles ou noix de galle. On peut l'obtenir en faisant macérer des noix de galle dans l'eau, en filtrant la liqueur, et la laissant ainsi exposée à l'air. Elle s'y moisit, et se recouvre d'une pellicule gélatineuse épaisse; elle laisse déposer en abondance des flocons gélatineux; et dans l'espace de temps de deux ou trois mois, on verra les parois du vaisseau tapissés de petits cristaux jaunâtres d'acide gallique impur. En plaçant ces cristaux dans une petite capsule de verre, à la chaleur d'un bain de sable, on les fait sublimer dans une autre capsule renversée sur la première et qu'on maintient froide, et on obtient ainsi l'acide gallique pur, cristallisé en petites lames transparentes. Sa saveur est acide et astringente; il rougit la teinture de tournesol, et n'altère pas l'humidité de l'air. Placé sur un fer chauffé au rouge, il brûle avec flamme, en répandant une odeur aromatique particulière, mais désagréable.

L'acide gallique est soluble dans 20 parties d'eau froide et dans 3 parties de ce liquide bouillant. Cette dissolution, exposée à l'air, acquiert par degré une couleur brune, et l'acide est détruit. La surface du liquide se couvre de moisissure.

Lorsqu'on fait passer l'acide gallique à travers un tube incandescent, cet acide est entièrement décomposé.

LIVRE CINQUIÈME.

COMPOSÉS SELS.

La dissolubilité des sels dans l'eau est leur propriété générale habituelle la plus importante. Dans ce liquide, ils sont ordinairement cristallisés; et c'est par son moyen qu'ils sont purifiés et séparés les uns des autres dans l'ordre inverse de leur faculté de dissolution.

M. Gay-Lussac a récemment publié, dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, pag. 296, un Mémoire important sur la dissolubilité des sels.

On est étonné, est-il dit dans ce Mémoire, en parcourant les différens ouvrages de chimie, du vague de nos connaissances sur la dissolubilité des sels; elles se bornent à l'observation commune, que les sels sont plus solubles à chaud qu'à froid, et à la solubilité de quelques uns d'entre eux, à une température ordinairement très incertaine; cependant c'est de cette propriété des sels que dépendent leur décomposition mutuelle, leur séparation et les différens procédés de leur analyse. Comme opération chimique, la dissolution des sels mérite une attention particulière; car quoique les causes auxquelles elle est due soient les mêmes que celles qui produisent les autres combinaisons, cependant leurs effets ne se ressemblent pas.

La détermination de la quantité d'un sel que l'eau peut dissoudre n'est pas une opération très difficile: elle consiste à saturer l'eau exactement du sel dont on veut connaître la solubilité à une

température déterminée ; à peser une certaine quantité de cette dissolution, à la faire évaporer, et à peser le résidu salin.

On obtient une dissolution saline parfaitement saturée des deux manières qui suivent : en faisant chauffer l'eau avec le sel, et en la laissant refroidir jusqu'à la température pour laquelle on cherche la solubilité ; ou bien, en mettant dans l'eau froide un grand excès de sel, et en élevant graduellement la température. Dans chaque cas, il faut maintenir constante la température finale pendant deux heures au moins, et remuer fréquemment la dissolution saline pour être assuré qu'elle est complétement saturée. Par des expériences directes faites avec beaucoup de soin, M. Gay-Lussac reconnut que les deux procédés donnent absolument les mêmes résultats, et qu'on peut en conséquence les employer indifféremment.

Il arrive souvent que la dissolution d'un sel qui ne cristallise pas, et que par cette raison on regarde comme saturée, cède des molécules salines aux cristaux de la même nature qu'on y plonge ; et l'on a conclu de cela que les cristaux d'un sel appauvrissent sa dissolution, et la font descendre au-dessous de son véritable point de saturation. M. Gay-Lussac pense que ce fait, qu'il regarde comme certain, et même comme très général, a été mal expliqué.

La saturation d'une dissolution saline d'une température invariable est le terme où le dissolvant, toujours en contact avec le sel, ne peut plus en prendre davantage ni en abandonner aucune partie. D'après cette définition, toute dissolution saline qui peut abandonner du sel sans que la température change, est nécessairement sursaturée. On peut voir que, en général, la saturation n'est point un terme fixe, et que la cause qui la produit est la même que celle qui rend l'eau liquide au-dessous de la température à laquelle elle se congèle.

Pour reconnaître la solubilité d'un sel, M. Gay-Lussac indique d'opérer ainsi qu'il suit :

Ayant saturé de l'eau d'un sel à une température déterminée, on prend un matras de la capacité de 150 à 200 grammes d'eau, et dont le col a de 15 à 18 centimètres de longueur. Après l'avoir pesé vide, on le remplit au quart environ, de la dissolution saline, et on le pèse de nouveau ; pour évaporer l'eau, on saisit le matras par son col avec des pinces, et on le tient sur un brasier ardent sous un angle d'environ 45 degrés, en ayant l'attention de le remuer continuellement, et de donner au liquide un mouvement vibratoire, afin de favoriser l'ébullition et de prévenir les soubresauts, qui sont très fréquens avec quelques dissolutions salines, dès que, en conséquence de l'évaporation, il commence à se déposer des cristaux. Lorsque la masse saline est desséchée, et qu'il ne s'en dégage plus de vapeur d'eau à une chaleur presque rouge, on souffle dans le matras avec un tube de verre adapté à l'extrémité d'un soufflet, afin d'en chasser la vapeur aqueuse qui en remplit la capacité ; on laisse ensuite refroidir le matras, et on le pèse. On connaît alors la proportion d'eau au sel qu'elle tenait en dissolution, et l'on exprime cette proportion en représentant le poids de l'eau par 100.

Fourcroy a établi une classification des sels, en divisant ces corps chimiques en onze genres, disposés en raison de l'attraction générale des acides pour les bases, dans l'ordre suivant :

Sulfates,

de baryte,
de potasse,
acide de potasse,
de soude,
de strontiane,
de chaux,
d'ammoniaque,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
acide d'alumine et de potasse saturé d'alumine triple,
de zircone,

Sulfites,

de baryte,
de chaux,
de potasse,
de soude,
de strontiane,
d'ammoniaque,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,

Nitrates,

de baryte,
de potasse,
de soude,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
de strontiane,
de chaux,
d'ammoniaque,
d'alumine,
de zircone.

Nitrites,

de baryte,
de potasse,
de soude,
de strontiane,
de chaux,
d'ammoniaque,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
de zircone.

Hydroclorates,

de baryte,
de potasse,
de soude,
de strontiane,
de chaux,
d'ammoniaque,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,
de silice.

Chlorates,

de baryte,
de potasse,
de soude,
de strontiane,
de chaux,
de magnésie,
de glucine,
d'alumine,
de zircone.

Phosphates,

de baryte,
de strontiane,
de chaux,
acide de chaux,
de potasse,
de soude,
d'ammoniaque,
de soude et d'ammon.,
de magnésie,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,
de silice.

Phosphites,

de chaux,
de baryte,
de strontiane,
de magnésie,
de potasse,
de soude,
d'ammoniaque,
ammoniaco-magnésien,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,

Fluates,

de chaux,
de baryte,
de strontiane,
de magnésie,
de potasse,
de potasse silicée,
de soude,
de soude silicée,
d'ammoniaque,
ammoniaco-magnésien,
ammoniaco-silicé,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,
de silice.

Borates,

de chaux,
de baryte,
de strontiane,
de soude,
sursaturé de soude,
d'ammoniaque,
ammoniaco-magnésien,
de magnésie,
magnésio-calcaire,
de potasse,
de glucine,
d'alumine,
de zircone,
de silice.

Carbonates,

de baryte,
de strontiane,
de chaux,
de potasse,
de soude,
de magnésie,
d'ammoniaque,
ammoniaco-magnésien,

de glucine, ammoniaco-zirconien,
d'alumine, ammoniaco-glucinien.
de zircone,

La classe des sels étant beaucoup trop nombreuse pour qu'il nous soit possible d'étudier ici chacun d'eux en particulier, nous nous bornerons à indiquer leurs propriétés générales ; et pour faciliter les recherches, nous suivrons l'ordre alphabétique des bases.

A. *Sels d'alumine.*

1. Solubles dans l'eau ; il en est peu qui soient susceptibles de cristalliser.

2. Ils ont une saveur sucrée et astringente, et, sous ce rapport, ils ont de la ressemblance avec les sels d'yttria et de glucine.

3. Ils ne sont point précipités par l'oxalate d'ammoniaque, ce qui les distingue suffisamment des sels d'yttria.

4. Ils ne sont point précipités par le ferrocyanate de potasse, ni par la teinture de noix de galle ; et en cela ils diffèrent également et des sels d'yttria, et des sels de glucine.

5. Le phosphate d'ammoniaque, versé dans la dissolution d'un sel d'alumine, y produit un précipité blanc.

6. L'hydriodate de potasse occasionne, dans une dissolution d'alumine, un précipité blanc floconneux, qui devient promptement jaune et reste permanent. Cet effet n'est pas dû à l'excès d'acide que les sels d'alumine contiennent ordinairement ; car la couleur jaune ne disparaît pas par une addition de carbonate d'ammoniaque.

7. Si, après avoir ajouté de l'acide sulfurique, et ensuite du sulfate de potasse à un sel d'alumine, on abandonne le mélange à lui-même, il s'y manifeste promptement des cristaux octaèdres d'alun.

A. *Sels d'ammoniaque.*

1. Solubles à un très petit nombre près d'exceptions.

2. Lorsqu'on mêle de la potasse ou de la chaux vive avec un sel ammoniacal, il s'exhale une odeur d'ammoniaque.

3. Si, à un sel ammoniacal dissous dans l'eau, on ajoute un peu d'un sel contenant de la magnésie, et qu'on verse ensuite dans la dissolution du phospate de soude, il se produit un précipité blanc abondant.

4. Lorsqu'on chauffe un sel ammoniacal, il se dissipe complétement en vapeur, à moins que l'acide n'ait un métal fixe pour base; dans ce cas, l'acide métallique reste seul.

5. Les sels ammoniacaux ne sont point précipités par l'infusion de noix de galle, non plus que par le ferrocyanate de potasse.

6. Lorsqu'on verse une dissolution de platine dans un sel d'ammoniaque, il se produit un précipité orangé.

A. *Sels d'antimoine.*

1. Leurs dissolutions sont ordinairement de couleur jaune brunâtre, et, dans la plupart des cas, elles précipitent en blanc lorsqu'elles sont étendues d'eau.

2. Le ferrocyanate de potasse, versé dans ces dissolutions, y produit un précipité blanc; c'est l'oxide du métal précipité par l'eau du ferrocyanate. Lorsqu'on emploie le ferrocyanate suffisamment concentré ou en cristaux, il ne se forme point de précipité. L'antimoine se rapporte, dans cette propriété, au platine.

3. L'hydrosulfate de potasse précipite les dissolutions d'antimoine en orangé.

4. L'acide gallique et l'infusion de noix de galle les précipitent en blanc, et ce précipité n'est autre

chose que l'oxide du métal séparé par l'eau de l'infusion.

5. Lorsqu'on plonge une lame de fer ou de zinc dans des dissolutions antimoniales, il se précipite en grande abondance une poudre noire. Cet effet a lieu très promptement lorsqu'il y a un excès d'acide, et que la dissolution n'est pas trop concentrée.

A. *Sels d'argent.*

1. Ils se réduisent au chalumeau sur le charbon, et fournissent un globule d'argent.

2. Le ferrocyanate de potasse précipite en blanc la dissolution d'un sel d'argent.

3. L'hydrosulfate de potasse la précipite en noir.

4. L'acide hydrochlorique ou les hydrochlorates alcalins y occasionnent un précipité blanc, pesant, floconneux, et qui ressemble à du caillé.

5. L'acide gallique et l'infusion de noix de galle produisent, au moins dans plusieurs des dissolutions de sels d'argent, un précipité brun jaunâtre.

6. Lorsqu'on plonge dans la dissolution d'un sel d'argent une lame de cuivre, l'argent est précipité à l'état métallique, retenant cependant un peu de cuivre en alliage avec lui.

7. La dissolution du sulfate de fer précipite l'argent à l'état métallique.

B. *Sels de baryte.*

1. Insolubles dans l'eau pour la plupart.

2. Ils sont blancs ou transparens, et en général ils affectent la forme cristalline.

3. Lorsqu'on ajoute un peu de la dissolution du sulfate de soude à un sel de baryte, il se précipite immédiatement une poudre blanche qui est insoluble dans l'acide nitrique.

4. Par l'action de la chaleur sur un sel de baryte, ce sel n'est pas complétement dissipé. Si l'acide est combustible il reste un carbonate de

baryte. Si l'acide n'est pas combustible ou volatil, le sel de baryte reste sans être décomposé.

5. Le ferrocyanate de potasse ne produit point de précipité dans un sel de baryte, à moins que l'acide ne contienne une base métallique. La même remarque s'applique à l'hydrosulfate de potasse lorsqu'on le verse dans un sel de baryte.

6. La plupart des sels de baryte sont venéneux.

B. *Sels de bismuth.*

1. La dissolution des sels de bismuth est ordinairement incolore. Lorsqu'on y met de l'eau il se produit immédiatement un précipité blanc, qui consiste principalement dans l'oxide de bismuth.

2. Le ferrocyanate de potasse introduit dans ces dissolutions, y donne lieu à un précipité blanc, quelquefois avec une nuance de jaune.

3. Avec l'hydrosulfate de potasse et l'acide hydrosulfurique, le précipité est noir.

4. Il est d'un jaune clair par l'acide gallique et l'infusion de noix de galle.

5. Une lame de cuivre ou d'étain, plongée dans une dissolution de bismuth, l'en précipite souvent à l'état métallique.

C. *Sels de cerium.*

1. Ils sont ou blancs ou colorés en jaune, suivant l'état d'oxidation de l'oxide.

2. Leurs dissolutions dans l'eau ont une saveur sucrée.

3. L'hydrosulfate de potasse n'y produit qu'un précipité blanc, qui consiste dans l'oxide de cerium. L'acide hydrosulfurique ne les précipite point.

4. Le ferrocyanate de potasse y occasionne un précipité blanc laiteux, qui se dissout dans les acides nitrique et hydrochlorique.

5. Ces dissolutions ne sont point précipitées

par l'acide gallique ni par l'infusion des noix de galle.

6. L'oxalate d'ammoniaque y produit un précipité blanc, soluble dans les acides nitrique et hydrochlorique.

7. L'arséniate de potasse versé dans les dissolutions des sels de cerium les précipite en blanc. Le tartrate de potasse ne les trouble point.

C. *Sels de chaux.*

1. Parmi les sels de chaux, il en est un très grand nombre que l'eau ne peut dissoudre; et quelques uns de ceux qui sont solubles dans ce liquide cristallisent difficilement.

2. Si l'on fait bouillir pendant quelque temps un sel de chaux insoluble dans l'eau, dans une dissolution de carbonate de potasse, il reste une poudre blanche qui fait effervescence avec l'acide nitrique, et qui manifeste tous les caractères d'un carbonate de chaux.

3. Les sels de chaux solubles n'éprouvent aucun changement par une addition d'ammoniaque pur; mais la potasse et la chaux y produisent un précipité blanc qui est la chaux pure.

4. Lorsqu'on verse de l'oxalate d'ammoniaque dans la dissolution d'un sel de chaux, il se produit immédiatement un précipité blanc épais; mais cet effet de précipitation instantanée n'a pas lieu avec le nitrate ou le tartrate d'ammoniaque.

5. Les sels de chaux ne sont point précipités par le ferrocyanate de potasse; mais quelques uns le sont en les mêlant avec une infusion de noix de galle.

C. *Sels de cobalt.*

1. Solubles pour la plupart dans l'eau, ils forment ainsi, au moins lorsqu'ils sont neutres, un liquide de couleur rougeâtre.

2. Ils sont précipités en bleu de leurs dissolutions par les alcalis.

3. Ils sont précipités en jaune brunâtre, souvent avec une nuance de bleu pour le ferrocyanate de potasse.

4. L'hydrosulfate de potasse donne lieu à un précipité noir, qui se redissout par une addition de l'hydrosulfate en excès ; l'acide hydrosulfurique ne précipite point sa dissolution.

5. L'acide gallique ne leur fait éprouver aucun changement; mais la teinture de noix de galle y produit un précipité blanc jaunâtre.

6. Le cobalt n'est pas précipité de ses dissolutions dans les acides par le zinc.

C. *Sels de cuivre.*

1. Ils sont presque tous solubles dans l'eau, ou du moins ils le deviennent par l'addition d'un acide. Cette dissolution est bleue ou verte, ou bien elle devient de cette couleur, après avoir été pendant quelque temps exposée à l'air.

2. Lorsqu'on y verse de l'ammoniaque, elle prend une couleur bleu foncé.

3. Le ferrocyanate de potasse précipite en rouge toute dissolution cuivreuse.

4. L'hydrosulfate de potasse y produit un précipité noir.

5. L'acide gallique occasionne un précipité brun.

6. Une lame de fer plongée dans la dissolution d'un sel de cuivre précipite le cuivre à l'état métallique.

E. *Sels d'étain.*

1. Ils sont, pour la plupart, plus ou moins solubles dans l'eau, et la dissolution a ordinairement une teinte jaunâtre ou brunâtre; mais elle est quelquefois sans couleur.

2. Le ferrocyanate de potasse, versé dans ces dissolutions, y produit un précipité bleu.

3. L'hydrosulfate de potasse précipite en noir brun les sels qui contiennent le protoxide d'étain,

et en jaune doré ceux où le métal est à l'état de peroxide.

4. Il ne s'y produit point de précipité par l'acide gallique, ni par l'infusion de noix de galle.

5. Avec le perchlorure de mercure, le précipité dans les sels à protoxide d'étain est noir; dans ceux à prooxide, il est blanc.

6. Lorsqu'on plonge une lame de plomb dans des dissolutions de sels d'étain, ce dernier métal est séparé, soit à l'état métallique, soit à l'état de peroxide; mais cet effet n'a pas lieu dans toutes les dissolutions d'étain.

7. L'hydrochlorate d'or précipite en pourpre les dissolutions contenant le protoxide d'étain.

F. *Sels de fer.*

1. Ils sont, pour la plupart, solubles dans l'eau. Cette dissolution est, en génétal, d'une couleur verdâtre, ou rouge jaunâtre, et d'une saveur astringente.

2. Le ferrocyanate de potasse précipite ces dissolutions en bleu foncé, ou au moins elles acquièrent cette couleur par leur exposition à l'air.

3. L'hydrosulfate de potasse y produit un précipité noir.

4. L'acide hydrosulfurique les décolore presque entièrement, mais il n'y occasionne pas de précipités.

5. L'acide gallique, ou l'infusion de noix de galle, les précipite en noir ou en pourpre, ou bien les rend susceptibles de prendre ces couleurs lorsqu'elles sont restées pendant quelque temps exposées à l'action de l'air.

6. Le phosphate de soude versé dans une dissolution de sel de fer, le précipite en blanc.

7. Le benzoate d'ammoniaque précipite les sels de fer en jaune.

8. Le succinate d'ammoniaque versé dans les

dissolutions qui contiennent le peroxide de fer, y occasionne un précipité de couleur de chair, et ce fer se dépose en totalité; mais cet effet n'a pas lieu lorsque la dissolution ne contient que le protoxide de fer.

G. *Sels de glucine.*

1. Les sels de glucine sont beaucoup plus solubles dans l'eau que ceux d'yttria, et il semble que parmi les sels de glucine, il en est beaucoup moins qui soient susceptibles de cristalliser.

2. Les sels de glucine ne sont point précipités par l'oxalate d'ammoniaque ou le tartrate de potasse, ce qui les distingue suffisamment des sels d'yttria.

3. Le ferrocyanate de potasse précipite en blanc la dissolution d'un sel de glucine.

4. L'infusion de noix de galle produit, dans la dissolution d'un sel de glucine, un précipité jaune, qui prend une teinte purpurine s'il y a présence de fer.

5. Le sulfate de glucine ne cristallise pas, et il ne se forme point de cristaux d'alun lorsqu'on mêle du sulfate de potasse avec sa dissolution.

I. *Sels d'iridium.*

1. Ils semblent être solubles dans l'eau et d'une couleur qui, verte d'abord, passe au rouge par la concentration, à vaisseau ouvert, de leur dissolution dans ce liquide.

2. Le ferrocyanate de potasse et l'infusion de noix de galle n'occasionnent point de précipité dans cette dissolution, mais la rendent incolore.

3. La dissolution de ces sels dans l'eau paraît être en partie précipitée par l'hydrochlorate d'ammoniaque, puisque suivant Descotils, la couleur rouge que prend quelquefois l'hydrochlorate de platine et d'ammoniaque doit être attribuée à la présence de l'iridium.

M. *Sels de magnésie.*

1. Ils sont, pour un très grand nombre d'entre eux, solubles dans l'eau et susceptibles de cristalliser.

2. Lorsqu'on verse dans un sel de magnésie un alcali ou un carbonate alcalin, il se produit un précipité blanc floconneux.

3. Il ne se manifeste point de précipité lorsque c'est un sulfate de soude qu'on verse dans un sel de magnésie.

4. Si l'on verse un phosphate de soude dans un sel de magnésie, il ne se manifeste pas de précipité; mais si l'on ajoute de l'ammoniaque, il se forme un précipité blanc qui est un sel composé d'acide phosphorique, d'ammoniaque et de magnésie. Cette précipitation par l'ammoniaque fournit le meilleur moyen qui soit connu pour séparer la magnésie d'autres corps et pour en déterminer la quantité.

5. Le ferrocyanate de potasse n'occasionne pas de précipité dans un sel de magnésie, à moins que l'acide n'ait un métal pour base.

6. La magnésie a assez de tendance à former des sels triples, et c'est avec l'ammoniaque qu'elle est la plus disposée à s'unir.

M. *Sels de manganèse.*

1. Ils sont presque tous solubles dans l'eau, et leur dissolution dans ce liquide, traitée avec un alcali fixe, dépose un précipité de couleur blanche ou rougeâtre, qui passe très promptement au noir par son exposition à l'air.

2. Le ferrocyanate de potasse précipite en blanc les dissolutions de manganèse.

3. Avec l'hydrosulfate de potasse, le précipité est blanc; l'acide hydrosulfurique rend la dissolution blanche, mais n'y produit point de précipité.

4. Par l'acide gallique il ne s'y en forme pas non plus.

5. Le manganèse n'est précipité à l'état métallique, de sa dissolution, par aucun des autres métaux.

6. Les sels de manganèse ne sont point précipités par les succinates ou benzoates d'ammoniaque.

M. *Sels de mercure.*

1. A une forte chaleur ils se volatilisent et se dissipent, en laissant quelquefois des traces de mercure.

2. Le ferrocyanate de potasse produit, dans leurs dissolutions dans l'eau, un précipité blanchâtre qui jaunit par son exposition à l'air.

3. L'hydrosulfate de potasse précipite ces dissolutions en noir.

4. L'acide hydrochlorique les précipite souvent en blanc.

5. Avec l'acide gallique, ou l'infusion de noix de galle, le précipité est jaune orangé.

6. Une lame de cuivre plongée dans la dissolution d'un sel mercuriel en précipite peu à peu le mercure coulant.

N. *Sels de nickel.*

1. Ils sont, en général, solubles dans l'eau, et forment avec ce liquide une dissolution d'une belle couleur verte.

2. Le ferrocyanate de potasse précipite ces dissolutions en un blanc laiteux.

3. L'hydrosulfate de potasse y produit un précipité noir.

4. L'acide hydrosulfurique n'y en occasionne pas.

5. L'acide gallique et l'infusion de noix de galle ne donnent pas lieu non plus à la formation de précipité, au moins dans le sulfate de nickel.

O. *Sels d'or.*

1. Ils sont solubles dans l'eau, et la dissolution est de couleur jaune.

2. Le ferrocyanate de potasse précipite leurs dissolutions en blanc ou blanc jaunâtre.

3. L'acide gallique, ou l'infusion de noix de galle, colore ces dissolutions en vert, et il se prépite une poudre brune qui consiste dans l'or réduit.

4. Une lame d'étain, ou de l'hydrochlorate d'étain, produit, dans ces dissolutions, un précipité pulvérulent de couleur pourpre.

5. Le sulfate de fer précipite l'or à l'état métallique. L'acide sulfureux produit le même effet.

P. *Sels de palladium.*

1. Ils sont presque tous solubles dans l'eau, et la couleur de cette dissolution est d'un beau rouge.

2. Le ferrocyanate de potasse produit dans ces dissolutions un précipité de couleur olive, ou plutôt d'un brun jaunâtre sale.

3. Avec l'hydrosulfate de potasse ce précipité est brun noirâtre.

4. Celui qu'y occasionnent les alcalis est orangé.

5. Le mercure et le sulfate de fer précipitent le palladium à l'état métallique.

5. L'hydrochlorate d'étain rend ces dissolutions opaques et les précipite en brun; mais, lorsqu'elles sont convenablement étendues, la couleur devient d'un brun vert d'émeraude; le nitrate de potasse et l'hydrochlorate d'ammoniaque ne troublent point ces dissolutions.

P. *Sels de platine.*

1. Leur dissolution dans l'eau est d'une couleur brune jaunâtre.

2. Le ferrocyanate de potasse ne précipite point ces dissolutions.

3. Il n'y a pas non plus précipité produit par l'acide gallique ou l'infusion de noix de galle.

4. La potasse et l'ammoniaque y occasionnent des précipités en petits cristaux de couleur orangé.

5. L'acide hydrosulfurique en précipite le platine à l'état d'une poudre noire.

P. *Sels de plomb.*

1. Ils sont, pour un très grand nombre d'entre eux, à peine solubles dans l'eau, s'ils ne contiennent pas un excès d'acide. Ces sels se réduisent très facilement au chalumeau en un bouton de métal.

2. La dissolution dans l'eau des sels de plomb solubles est généralement incolore et transparente.

3. Ils ont presque tous une saveur plus ou moins sucrée, et à un certain point astringente.

4. Le ferrocyanate de potasse précipite en blanc la dissolution qui contient des sels de plomb.

5. Avec l'hydrosulfate de potasse et l'acide hydrosulfurique le précipité est noir.

6. L'acide gallique et l'infusion de noix de galle y forment un précipité blanc.

7. Une lame de zinc, plongée dans une dissolution de plomb, y occasionne un précipité blanc, ou la reproduction du plomb dans son état métallique.

P. *Sels de potasse.*

1. Les sels de potasse sont, excepté un très petit nombre d'entre eux, solubles dans l'eau; mais, en général, ces sels sont moins solubles que ceux d'ammoniaque.

2. On peut obtenir beaucoup de ces sels en cristaux; mais il en est également beaucoup qui refusent de cristalliser. En général, les sels de potasse ont moins de disposition que les sels de soude à former des cristaux réguliers.

3. En versant de l'acide tartrique dissous dans l'eau, dans la solution aqueuse de sel de potasse,

il se dépose très promptement dans la liqueur un sédiment blanc grenu. Ce sédiment, d'une saveur aigre, consiste en petits cristaux de tartrate acide de potasse.

4. Lorsqu'on verse une dissolution de sulfate d'alumine dans un sel de potasse, il s'y dépose presque aussitôt des critaux octaèdres d'alun.

5. Les sels de potasse peuvent être exposés à une chaleur rouge sans être volatilisés, comme le sont les sels d'ammoniaque. Si l'acide du sel est combustible, il est décomposé et il reste du carbonate de potasse mêlé avec un peu de charbon. Si l'acide n'est pas combustible, le sel fuse ordinairement, et il n'éprouve point d'altération dans sa nature. Il y a cependant à ce cas quelques exceptions. C'est ainsi qu'à une chaleur rouge l'acide nitrique est décomposé par degrés, que l'acide sulfureux laisse sublimer du soufre, en se convertissant en acide sulfurique, et que l'acide phosphoreux laisse dégager de l'hydrogène phosphoré, et est transformé en acide phosphorique.

6. Les sels de potasse ne sont point précipités par l'infusion de noix de galle, ni par le ferrocyanate de potasse.

7. Ils n'éprouvent aucune action de la part de l'acide hydrosulfurique, ou par l'addition d'un hydrosulfate, excepté lorsque leur acide a pour base un métal. Dans ce dernier cas, l'acide est décomposé et précipité, et la potasse reste.

8. Lorsqu'on verse une dissolution de platine dans un sel de potasse, il s'y manifeste un précipité orangé.

R. *Sels de rhodium.*

1. Leur dissolution dans l'eau est de couleur rouge.

2. Elle n'est point précipitée par le ferrocyanate de potasse.

3. Elle ne l'est pas non plus par l'hydrosulfate de potasse.

4. L'hydrochlorate d'ammoniaque et les carbonates alcalins ne la troublent point; mais, par les alcalis purs, il s'y forme une poudre jaune qui se dissout dans un excès d'alcali.

S. *Sels de soude.*

1. Les sels de soude sont en général beaucoup plus solubles dans l'eau que les sels de potasse. Parmi les sels de potasse, il en est beaucoup qui ne contiennent point d'eau de cristallisation; mais cette eau existe en grande proportion dans la plupart des sels de soude.

2. Les sels de soude exposés à une chaleur rouge se fondent pour l'ordinaire très promptement en un liquide, à raison de la grande quantité d'eau qu'ils renferment. Par la continuation de la chaleur, l'eau est chassée et le sel est converti en une poudre blanche. La chaleur étant poussée encore plus loin, l'acide est détruit ou dégagé selon qu'il est de nature combustible ou volatile. Mais si l'acide est fixe, le sel se fond de nouveau à une chaleur rouge, et il conserve l'état liquide tout aussi longtemps que la température est maintenue. Le sel prend, en se refroidissant, la forme d'une masse blanche opaque, et il est ordinairement privé d'eau.

3. La dissolution des sels de soude n'est précipitée ni par l'acide tartrique, ni par l'hydrochlorate de platine. L'addition d'un sulfate d'alumine n'y occasionne pas la formation de cristaux octaèdres d'alun; l'infusion de noix de galle, ou le ferrocyanate de potasse, ne produisent non plus aucun précipité dans la dissolution des sels de soude, si ce n'est dans le cas seulement où la base de l'acide est un métal.

4. Un des moyens les plus faciles pour reconnaître si la base d'un sel quelconque est la soude, consiste à déterminer la figure des cristaux que ce sel forme. Si celui qu'on examine ne se produit pas en cristaux réguliers, on en sépare l'acide par

l'action des acides sulfurique ou nitrique, et on laisse cristalliser le nouveau sel formé. On reconnaît aisément le sulfate de soude à la forme régulière de ses cristaux prismatiques à six pans, ordinairement cannelés, terminés par des sommets dièdres, et le nitrate de soude à la forme rhomboïdale de ses cristaux.

S. *Sels de strontiane.*

1. Les sels de strontiane sont en général plus solubles que les sels de barite, mais moins que les sels de chaux.

2. Les sels de strontiane sont pour la plupart susceptibles de prendre la forme de cristaux, quoiqu'on ne les fasse pas plus cristalliser que les sels de barite.

3. Les dissolutions de strontiane sont précipitées par les sulfates, phosphates et oxalates.

4. On peut distinguer un sel de strontiane d'un sel de barite, à l'aide du succinate d'ammoniaque. Lorsqu'on verse de ce sel dans la dissolution d'un sel de strontiane, il n'y produit point de précipité; mais il s'en manifeste un immédiatement par l'addition de ce succinate à la dissolution d'un sel de barite.

5. Lorsqu'on met sur le feu un morceau de papier qui a été trempé dans la dissolution d'un sel de strontiane, ce papier brûle avec une flamme rouge, tandis que cette flamme sera jaune, si c'est dans la dissolution d'un sel de barite que le papier qui brûle a été trempé.

6. Les sels de strontiane ne sont pas précipités par le ferrocyanate de potasse.

7. Les sels de strontiane ne sont pas délétères, comme les sels de barite.

T. *Sels de titane.*

1. Ils sont en général incolores et peu solubles dans l'eau.

2. Les carbonates alcalins précipitent ces dissolutions en flocons blancs.

3. Le ferrocyanate de potasse y occasionne un précipité vert gazon, mêlé d'une teinte de brun. Si on y ajoute alors un alcali, la couleur de ce précipité devient d'abord pourpre, puis bleue, et elle finit par passer au blanc.

4. Avec l'hydrosulfate de potasse le précipité est d'un vert gazon sale; l'acide hydrosulfurique n'en produit point.

5. Par l'infusion de noix de galle, les dissolutions des sels de titane sont précipitées en une masse volumineuse d'un brun rougeâtre; lorsqu'elles sont concentrées, le précipité prend l'apparence du sang caillé.

6. En plongeant une verge d'étain dans une dissolution de titane, le liquide, autour de cette verge, prend peu à peu une belle couleur rouge. Avec une verge de zinc, la dissolution se colore de la même manière en un bleu foncé.

U. *Sels d'urane.*

1. Ils sont pour la plupart solubles dans l'eau, qu'ils colorent en jaune.

2. Les alcalis caustiques précipitent ces dissolutions en jaune, et les carbonates alcalins en blanc. Ces précipités sont solubles dans un excès d'alcali.

3. Avec le ferrocyanate de potasse le précipité, de couleur rouge brunâtre, ne se présente point sous la forme de flocon, comme avec le ferrocyanate de cuivre.

4. L'hydrosulfate de potasse produit, dans les dissolutions des sels d'urane, un précipité jaune brunâtre.

5. Par l'infusion de noix de galle, le précipité est de couleur chocolat.

6. Il n'y a aucun précipité produit par le zinc, le fer ou l'étain.

Y. *Sels d'yttria.*

1. Comme les sels d'yttria sont, en très grand nombre, insolubles dans l'eau, on n'a pu les obtenir à l'état de cristaux.

2. L'yttria peut être précipitée de sa dissolution dans les acides, par les phosphate et carbonate de soude, par l'oxalate d'ammoniaque et le tartrate de potasse.

3. Le ferrocyanate de potasse le précipite également.

4. L'yttria a une très grande ressemblance avec la chaux, relativement à la solubilité des sels qu'elle forme, si nous en exceptons le sulfate d'yttria, qui est beaucoup plus soluble que le sulfate de chaux, et qui se reconnaît aisément à sa saveur sucrée. C'est cette différence de saveur qui sert à distinguer la chaux de l'yttria.

Z. *Sels de zinc.*

1. Ils sont pour la plupart solubles dans l'eau, et la dissolution reste incolore et transparente.

2. Le ferrocyanate de potasse, versé dans ces dissolutions, y occasionne un précipité blanc.

3. Ces sels sont également précipités en blanc, de leurs dissolutions, par l'hydrosulfate de potasse et par l'acide hydrosulfurique.

4. Il ne se forme aucun précipité dans ces dissolutions par l'acide gallique et par l'infusion de noix de galle.

5. Les alcalis produisent un précipité blanc, qui se dissout facilement dans les acides sulfurique ou hydrochlorique.

6. Le zinc n'est précipité à l'état métallique par aucun des autres métaux.

7. Les sulfocyanate et hydriodate de potasse précipitent en blanc les dissolutions d'un sel de zinc.

Z. *Sels de zircone.*

1. La zircone ne se dissout, dans les acides, que lorsqu'elle est nouvellement précipitée de ses dissolutions et encore humide. Si elle est desséchée, et spécialement si elle est exposée à une chaleur rouge, les acides ne l'attaquent que très difficilement.

2. Les alcalis et les combinaisons alcalines séparent la zircone de ses combinaisons avec les acides.

3. Les sels de zircone sont pour la plupart insolubles dans l'eau ; c'est ce qui a lieu à l'égard des sulfate, sulfite, phosphate, fluate, borate, carbonate, oxalate, citrate et gallate qui ont cette terre pour base ; l'hydrochlorate, le nitrate, l'acétate, le benzoate et le malate sont solubles dans l'eau.

4. Les sels de zircone ont une saveur astringente, pre et métallique.

5. Lorsqu'on verse de l'acide sulfurique dans un sel de zircone, il se produit un précipité blanc.

6. En versant du carbonate d'ammoniaque dans un sel de zircone, il se manifeste un précipité blanc, qui se redissout par l'addition d'une nouvelle portion de carbonate d'ammoniaque.

7. L'oxalate d'ammoniaque et le tartrate de potasse, versés dans un sel de zircone, produisent un précipité blanc.

8. L'infusion de noix de galle précipite en blanc dans une dissolution de zircone ; l'hydrosulfate de potasse ne produit pas cet effet, si la dissolution ne contient point de fer.

LIVRE SIXIÈME.

EXEMPLES D'ANALYSES ET TABLEAUX CHIMIQUES.

En exposant avec quelque détail les propriétés et le mode de préparation des corps simples et de quelques composés, nous avons indiqué l'analyse de plusieurs substances; mais en général l'analyse chimique ne peut guère être pratiquée avec succès par celui qui n'a pas en son pouvoir un nombre considérable de réactifs, et nous nous bornerons à donner ici un petit nombre d'analyses faciles, et qui exigent peu d'appareils.

§. I. — ANALYSE DU SOL.

Sous le rapport de l'analyse minérale, aucun sujet ne présente plus d'importance que l'examen chimique des sols, dans la vue d'améliorer ceux qui sont le moins productifs, en y ajoutant dans des proportions convenables, les ingrédiens qui leur manquent pour augmenter leur fertilité. On doit beaucoup aux travaux de lord Dundonald et de Kirwan, dans ce nouveau champ de recherches; mais c'est surtout sir H. Davy qui a fait connaître pour atteindre le but, une méthode facile, à la portée des agriculteurs, et que nous allons exposer ici avec quelque détail.

Les substances qui constituent les sols sont de certains mélanges ou combinaisons de quelques unes des terres primitives, de matières animales ou végétales en état de décomposition, de certains composés salins et d'oxide de fer. Ces substances retiennent toujours de l'eau: elles existent en

proportions très diverses dans différens terroirs, et c'est pour en déterminer les quantités et découvrir leur mode d'union, qu'on soumet ces terres aux épreuves de l'analyse.

Les terres qui se rencontrent le plus ordinairement dans les sols sont principalement la silice ou terre des cailloux; l'alumine ou la matière pure de l'argile, et la magnésie. Le silex forme une partie considérable des sols durs graveleux, des sols durs sablonneux et des terrains pierreux. L'alumine abonde dans les sols argileux et les terres marneuses, et même on la trouve généralement dans les parties du sol le plus divisées, unie avec la silice et l'oxide de fer. La chaux se rencontre toujours dans les sols à l'état de combinaison, et principalement avec l'acide carbonique. Le carbonate de chaux forme, dans son plus grand état de dureté, le marbre; et dans son état le moins serré, la craie. La chaux, unie avec l'acide sulfurique, constitue le sulfate de chaux, gypse ou plâtre; avec l'acide phosphorique, le phosphate de chaux ou terre des os. Le carbonate de chaux, mêlé avec d'autres substances, compose les sols crayeux et les marnières, et il se trouve dans les sols mous sablonneux. La magnésie ne se rencontre que rarement dans les sols, et elle y est combinée avec l'acide carbonique ou avec la silice et l'alumine. La matière animale en décomposition existe sous différens états, contient beaucoup de substance carbonacée, de l'ammoniaque, des produits gazeux inflammables, et de l'acide carbonique; elle se trouve principalement dans les terrains récemment labourés. La matière végétale en décomposition contient pour l'ordinaire encore plus de substance carbonacée, et diffère surtout de la matière animale, en ce qu'elle ne produit point d'ammoniaque: elle forme une grande proportion de toutes les tourbes, abonde dans les sols fertiles, et se trouve en plus ou moins grande quantité dans tous les

terrains. Les composés salins sont peu nombreux, et en petite proportion; ce sont principalement l'hydrochlorate de soude ou sel marin, le sulfate de magnésie, l'hydrochlorate et le sulfate de potasse; le nitrate de chaux et quelques substances alcalines peu caustiques. L'oxide de fer, qui est le même que la rouille dont le métal se recouvre par son exposition à l'air et à l'eau, fait partie de tous les sols, mais il est surtout abondant dans les argiles jaunes et rouges, ainsi que dans les sables siliceux de ces mêmes couleurs.

Les instrumens qu'exige l'analyse des sols sont en petit nombre. Une paire de balances capables de peser cent grammes et trébuchant à un demi-décigramme quand les deux plateaux sont chargés; une boîte de poids divisés; un tamis métallique d'une perce assez grosse pour laisser passer un grain de poivre; une lampe d'Argand avec son support; quelques fioles de verre, creusets de hesse et capsules en porcelaine à évaporer; un mortier de porcelaine avec son pilon; quelques filtres faits avec une demi-feuille de papier non collé, et pliés de manière à contenir un demi-litre de liquide, et graissés à leur extrémité, un couteau d'os et une cuve hydro-pneumatique.

Les réactifs nécessaires sont l'acide hydrochlorique, l'acide sulfurique, l'ammoniaque liquide, une dissolution d'hydrocyanate de potasse, de l'eau de savon, des dissolutions de carbonate d'ammoniaque, d'hydrochlorate d'ammoniaque, de carbonate neutre de potasse, et de nitrate d'ammoniaque.

1. Lorsqu'il s'agit de reconnaître la nature générale du sol d'un champ, il faut en prendre des échantillons en différens endroits, à six ou huit centimètres de profondeur, et en examiner comparativement les propriétés. Il arrive quelquefois que, dans les plaines, tout le sol supérieur, c'est-à-dire la couche supérieure du terrain, est de la même espèce, et dans ce cas, une seule ana-

lyse suffira. Mais dans les vallées et dans le voisinage des rivières, il y a de grandes différences; il se trouve parfois qu'une partie du champ est calcaire, et qu'une autre partie est siliceuse. Dans ce cas, et ceux analogues, il faut prendre des portions différentes de chaque espèce de terre, et les soumettre séparément à l'expérience. Lorsqu'on ne peut pas examiner immédiatement les portions des sols recueillies pour en faire l'analyse, on les conservera, sans qu'ils éprouvent de changement, en les mettant dans des fioles, qu'on a soin d'en remplir tout-à-fait, et de fermer ensuite avec des bouchons de verre. La quantité de sol la plus convenable pour une analyse parfaite, est celle de douze à vingt-quatre grammes. Cet échantillon doit être pris par un temps sec, et il faut l'exposer à l'air, jusqu'à ce qu'il ne manifeste plus d'humidité au toucher. On peut constater la pesanteur spécifique d'un sol, en introduisant dans une fiole, qui contiendra un poids connu d'eau, des volumes égaux d'eau et du sol; mélange qui peut aisément se faire, en versant d'abord de l'eau pure dans la fiole jusqu'à moitié de sa contenance, et en y ajoutant ensuite la terre du sol, jusqu'à ce que le liquide se soit élevé à son orifice. La différence entre le poids de l'eau et celui du sol donnera le résultat. Si, par exemple, la fiole contient vingt-quatre grammes d'eau, et que ce poids augmente de douze grammes lorsqu'elle contient moitié seulement de sa capacité d'eau, et l'autre moitié de la terre du sol, la pesanteur spécifique de ce sol sera deux, c'est-à-dire qu'il sera deux fois plus pesant que l'eau; et si l'augmentation de poids n'avait été que de dix grammes, la pesanteur spécifique du sol serait de mille huit cent trente-trois, celle de l'eau étant mille. Il est important de connaître la pesanteur spécifique d'un sol, parce qu'elle fournit une indication de la quantité de matière végétale et ani-

male que le sol contient, ces substances étant toujours les plus abondantes dans les sols plus légers. Il convient également d'examiner les autres propriétés physiques des sols, avant d'en faire l'analyse, parce qu'elles dénotent, jusqu'à un certain point, leur composition, et servent de guides pour se diriger dans les expériences. Ainsi, les sols siliceux sont généralement rudes au toucher, et ils rayent le verre lorsqu'on les frotte dessus; les sols argileux adhèrent fortement à la langue; et lorsqu'on souffle dessus, ils émettent très sensiblement une odeur terreuse; les sols calcaires sont doux au toucher, et ils adhèrent beaucoup moins que les sols argileux.

2. Les sols, lorsqu'ils sont aussi secs qu'ils puissent le devenir par leur simple exposition à l'air, retiennent encore une quantité d'eau considérable, qui y adhère avec une grande force, et n'en peut être chassée que par un très haut degré de chaleur. La première opération de l'analyse est de dépouiller autant que possible de cette eau un poids donné du sol, en prenant garde toutefois de ne pas affecter, sous d'autres rapports, sa composition; et cela peut se faire, en chauffant un échantillon du sol pendant dix à douze minutes sur une lampe d'Argand, dans une capsule de porcelaine, à une température d'environ cent cinquante degrés centigrades; et dans le cas où l'on ne ferait pas emploi d'un thermomètre, on s'assurera aisément du degré convenable de chaleur, en tenant un morceau de bois en contact avec le fond de la capsule. Tant que la couleur du bois n'est point altérée, la chaleur n'est point trop forte; mais lorsqu'il commence à se charbonner, il faut arrêter l'opération. Sir Humphry Davy recueillit, dans plusieurs expériences, l'eau qui fut dégagée par cette température; il la trouva constamment pure, et il ne s'était produit sensiblement aucune autre matière volatile. Il faut

noter avec soin la perte de poids qui résulte de la dessiccation; et si sur quatre cents parties du sol elle s'élève à cinquante, on peut considérer ce sol comme étant absorbant au plus haut degré, comme retenant l'eau; et l'on trouvera généralement qu'il contient une grande proportion d'alumine. Si la perte de poids n'est que de 20 à 10 parties, on en conclura que le sol n'est que légèrement absorbant, qu'il retient peu l'eau, et que la terre siliceuse y prédomine.

3. On ne doit point séparer du sol, dans l'état où il se trouve, les pierres, le gravier ou les fibres végétales, jusqu'à ce que l'eau en ait été expulsée; car ces corps sont souvent eux-mêmes très abondans, et susceptibles de retenir l'eau; ils influent par conséquent sur la fertilité du terroir. Cependant cette opération devra se faire immédiatement après l'opération du desséchement, et on l'effectuera aisément au moyen d'un tamis, le sol ayant été modérément broyé dans un mortier. Il faudra noter séparément les poids des fibres végétales, ou bois, du gravier et des pierres, et s'assurer de la nature siliceuse de celles-ci. Si ces pierres sont calcaires, elles feront effervescence avec les acides; si elles sont de nature siliceuse, elles seront assez dures pour rayer le verre; et si ce sont des pierres de la classe ordinaire de celles argileuses, elles seront douces au toucher, susceptibles d'être aisément coupées au couteau, et incapables de faire effervescence avec les acides.

4. Les sols contiennent, pour le plus grand nombre, outre le gravier et les pierres, de plus ou moins grandes proportions de sable de différens degrés de finesse; et la première opération qui doit suivre dans le procédé de l'analyse, est de séparer ces substances des parties à l'état de plus petite division, telles que l'argile, la glaise, la marne et la matière végétale ou animale. On

peut y parvenir d'une manière suffisamment exacte, en agitant le sol dans l'eau. Le sable grossier se séparera généralement alors dans une minute, et le plus fin, dans deux ou trois minutes, tandis que les parties terreuses très ténues, la matière animale ou végétale, resteront pendant beaucoup plus long-temps en état de suspension mécanique; de sorte qu'en décantant l'eau avec précaution, au bout d'une, de deux ou trois minutes, le sable sera principalement séparé des autres substances; l'eau qui les tient en suspension étant mise sur un filtre, elles s'y trouveront déposées après que l'eau l'aura traversé; on pourra alors rassembler ces substances, les sécher et les peser; le sable sera également pesé, et il sera pris note du poids des quantités respectives. L'eau qui a filtré doit être conservée, parce qu'elle se trouvera contenir la matière saline et les matières animales et végétales solubles, s'il en existe dans le sol.

5. Une analyse particulière du sable ainsi séparé n'est jamais, ou que très rarement nécessaire; on en peut reconnaître la nature de la même manière que celle des pierres ou du gravier. C'est toujours ou du sable siliceux, ou du sable calcaire, ou un mélange de l'un et de l'autre. S'il consiste entièrement en carbonate de chaux, il se dissoudra rapidement, et avec effervescence, dans l'acide hydrochlorique; mais s'il est composé en partie de cette substance et en partie de matière siliceuse, on en peut déterminer les quantités respectives, en pesant le résidu après l'action de l'acide, dont il faut augmenter la dose jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé, et que la liqueur ait acquis une saveur acide. Ce résidu est la partie siliceuse. Il faut, après l'avoir lavé et fait sécher, l'exposer à une forte chaleur dans un creuset. La différence entre le poids de ce résidu et le poids total du sable, indiquera la portion du sable calcaire.

6. La matière très divisée du sol est ordinaire-

ment de nature très composée ; elle contient quelquefois les quatre terres primitives des sols, ainsi que de la matière animale et végétale; et ce qu'il y a de plus difficile dans cet examen, c'est de déterminer les proportions des substances d'une manière suffisamment exacte. La première opération à faire dans cette partie de l'analyse, est de soumettre la matière très divisée du sol à l'action de l'acide hydrochlorique. Il faut verser de cet acide sur la matière terreuse dans un bassin propre à l'évaporation, en quantité égale à deux fois le poids de la terre, mais l'acide doit être étendu d'un volume d'eau qui soit double du sien. Après avoir remué souvent le mélange, on le laissera reposer pendant une heure et demie avant de l'examiner. S'il existe dans le sol du carbonate de chaux ou de magnésie, il aura été dissous par l'acide, qui se charge également quelquefois d'un peu d'oxide de fer, mais très rarement d'aucune portion d'alumine. Après avoir filtré la liqueur, la matière solide restée sur le filtre sera lavée avec de l'eau de pluie, puis séchée à une douce chaleur, et ensuite pesée. Ce qu'elle aura perdu de son poids indiquera la matière solide enlevée. On réunira l'eau de lavage à la dissolution, et si la liqueur n'a pas de saveur acide, elle sera rendue telle en y ajoutant une nouvelle quantité de l'acide. On mêlera alors le tout avec un peu de dissolution d'hydrocyanate de potasse. S'il se manifeste un précipité bleu, ce sera une indication de la présence d'oxide de fer; et dans ce cas, il faut ajouter, goutte à goutte, de la dissolution d'hydrocyanate, jusqu'à ce qu'elle cesse de produire aucun effet. Pour reconnaître ensuite la quantité du précipité, après l'avoir recueilli comme d'autres précipités solides, on le chauffera au rouge; le résultat sera de l'oxide de fer. Dans le liquide, ainsi débarrassé de l'oxide de fer, on versera de la dissolution de carbonate de potasse neutre, jusqu'à ce que toute

effervescence ait cessé, et que l'odeur, ainsi que la saveur du liquide, indiquent un excès considérable de sel alcalin. Le précipité qui s'est déposé est du carbonate de chaux; après l'avoir recueilli par filtration, on le fera sécher à une chaleur au-dessous du rouge. On fait ensuite bouillir la liqueur filtrée pendant un quart d'heure. S'il y existe de la magnésie, cette terre se précipitera à l'état de combinaison avec l'acide carbonique, et l'on pourra en reconnaître la quantité de la même manière que pour le carbonate de chaux. Si, par quelques circonstances particulières, une très petite portion d'alumine avait été dissoute par l'acide, elle se trouvera dans le précipité avec le carbonate de chaux, dont on pourra la séparer en la faisant bouillir pendant quelques minutes avec une quantité de potasse caustique, suffisante pour recouvrir la matière solide. La potasse caustique dissout l'alumine sans attaquer le carbonate de chaux. Lorsque le sol très divisé est d'une nature assez calcaire pour donner lieu, avec les acides, à une très vive effervescence, on peut, dans tous les cas ordinaires, reconnaître la quantité de carbonate de chaux qu'il contient par un procédé très simple et suffisamment exact. Le carbonate de chaux, dans ses divers états, contient une proportion déterminée d'acide carbonique, c'est-à-dire environ quarante-cinq pour cent. Ainsi, lorsque la quantité de ce fluide élastique, dégagé du sol pendant la dissolution de sa matière calcaire dans un acide, est connue, soit en poids, soit en mesure, la quantité de carbonate de chaux s'en infère aisément. Lorsqu'on veut procéder par réduction de poids, on pèse deux portions de l'acide dans une fiole, et une portion de la matière du sol dans une autre, et on mêle ensuite ces deux portions très lentement, jusqu'à cessation d'effervescence; la différence de poids, avant et après l'expérience, indique la

quantité d'acide carbonique qui s'est dégagée; car, quatre parties et demie de cet acide doivent représenter dix parties de carbonate de chaux. On peut encore recueillir l'acide carbonique dans la cuve hydro-pneumatique. L'évaluation est, pour chaque trente et un centimètres cubes d'acide carbonique, treize centigrammes de carbonate de chaux.

7. On parvient, avec une précision suffisante, à déterminer la quantité de matière animale et végétale insoluble, en portant la masse à l'état de forte ignition dans un creuset, sur un feu ordinaire, jusqu'à ce qu'on n'y aperçoive plus rien de noir, et en remuant fréquemment avec une spatule de métal. La perte de poids qu'elle éprouve indique la quantité de matière animale et végétale qui y était contenue, mais non pas le rapport de chacune de ces substances. Lorsque l'odeur qui s'exhale pendant l'ignition ressemble à celle des plumes brûlées, c'est une indication certaine de quelque matière animale; et la production, dans le même temps, d'une flamme bleue abondante, dénote presque toujours une portion considérable de matière végétale. Dans les cas qui nécessitent que l'expérience soit promptement achevée, la destruction des matières décomposables peut être aidée par l'action du nitrate d'ammoniaque jeté peu à peu, pendant l'ignition, sur la masse chauffée, en quantité de vingt parties par cent parties du sol résidu; ce sel n'affectera point les résultats, car il est lui-même décomposé et s'évapore.

8. Les substances qui restent après la destruction de la matière animale et végétale, sont généralement des particules de matière terreuse, consistant ordinairement en alumine, en silice et en oxide de fer. Pour séparer ces substances les unes des autres, il faut faire bouillir la masse pendant deux ou trois heures avec de l'acide sulfurique, étendu de quatre fois son poids d'eau; la quantité

de l'acide se règle par la quantité du résidu solide sur lequel on doit le faire agir, en comptant, pour cent parties de ce résidu, cent vingt parties de l'acide. La substance qui reste après l'action de l'acide, peut être considérée comme siliceuse; il faut la séparer, et s'assurer de son poids après l'avoir lavée et fait sécher comme à l'ordinaire. L'alumine et l'oxide de fer, s'il en existe, sont dissous l'un et l'autre par l'acide sulfurique; on peut les séparer par une addition de carbonate d'ammoniaque en excès; l'alumine est précipitée, et l'oxide de fer, qui reste en dissolution, peut être séparé de la liqueur en la faisant bouillir. Si quelques portions de chaux et de magnésie ont échappé à la dissolution dans l'acide hydrochlorique, on les retrouvera dans l'acide sulfurique. C'est cependant ce qui n'arrive presque jamais; mais le moyen d'en découvrir la présence et d'en reconnaître les quantités, est le même dans l'un et dans l'autre cas. La méthode d'analyse par l'acide sulfurique est suffisamment exacte pour tous les cas ordinaires; cependant si l'on voulait une très grande précision, il faudrait, après avoir incinéré le résidu, le traiter par la potasse, et agir comme dans l'analyse des pierres, ainsi que nous l'avons décrit au commencement de cet article.

9. Si l'on suppose la présence, dans le sol, de quelque matière saline, ou de matière végétale ou animale soluble, on les trouvera dans l'eau de lavage qui a servi à séparer le sable. Cette eau doit être évaporée jusqu'à siccité, à une chaleur inférieure à celle de l'ébullition. Si la matière solide obtenue est de couleur brune et inflammable, on peut la considérer comme étant en partie un extrait végétal. Si, lorsqu'elle est chauffée, elle répand une odeur forte et fétide, elle contient une substance animale mucilagineuse ou gélatineuse; si cette matière est blanche et transparente, elle peut être considérée comme étant principalement

saline. La présence du nitrate de potasse ou du nitrate de chaux, dans cette matière saline, se reconnaît à sa scintillation sur des charbons ardens. Le sulfate de magnésie peut être indiqué par sa saveur amère; et le sulfate de potasse, en ce qu'il ne produit aucun changement dans la dissolution de carbonate d'ammoniaque, mais qu'il précipite la dissolution d'hydrochlorate de barite.

10. S'il y a lieu de soupçonner qu'il existe dans le sol du sulfate ou du phosphate de chaux, il faut avoir recours à un procédé particulier pour s'en assurer. On chauffera au rouge pendant une demi-heure, dans un creuset, une quantité connue, 100 parties, par exemple, de la matière du sol, mêlée avec 33 parties de poussier de charbon; on fera bouillir ensuite le mélange, pendant un quart d'heure, dans un quart de litre d'eau; et après avoir filtré la liqueur, on la laissera pendant quelques jours exposée à l'air libre dans un vaisseau ouvert. S'il existait dans le sol une quantité soluble quelconque de sulfate de chaux, il se formerait peu à peu, dans la liqueur, un précipité blanc, dont le poids, après dessiccation, indiquerait la quantité.

Après cette séparation du sulfate de chaux, on procédera, ainsi qu'il suit, à celle du phosphate de chaux, s'il en existe dans le sol. On mettra l'échantillon du sol, sur lequel on opère, en digestion dans une quantité d'acide hydrochlorique plus que suffisante pour saturer les terres solubles. Après avoir évaporé la liqueur, on versera sur la matière solide de l'eau qui dissoudra les composés terreux formés avec l'acide hydrochlorique, et laissera le phosphate de chaux intact.

11. Lorsque l'examen d'un sol est complétement achevé, il faut classer les produits, et ajouter ensemble leurs quantités; si la somme est à peu près égale à la quantité du sol mis en expérience, l'analyse peut être considérée comme exacte. Il

faut cependant remarquer que si le phosphate ou le sulfate de chaux a été trouvé par le procédé n°. 10, il convient de faire une correction, en en déduisant le poids de la quantité de carbonate de chaux obtenu, par précipitation, de l'action de l'acide hydrochlorique. En arrangeant les produits, il faut les établir dans l'ordre des expériences d'où ils sont résultés. Ainsi, 400 parties d'un bon sol sablonneux siliceux, peuvent être supposées contenir :

Eau d'absorption.		18 parties
Pierre et gravier principalement siliceux		42
Fibres végétales non décomposées. .		10
Sable fin siliceux.		203
Matière très divisée, séparée par filtration, et consistant en :		
Carbonate de chaux.	25	126
Carbonate de magnésie	4	
Matière destructible par la chaleur, principalement végétale	10	
Silice.	40	
Alumine	33	
Oxide de fer.	4	
Matière soluble, principalement sulfate de potasse et extrait végétal.	5	
Sulfate de chaux.	3	
Phosphate de chaux.	2	
Total des produits. . .		399
Perte.		1
		400

Dans cet exemple, la perte est supposée très petite ; mais, en général, en effectuant les expériences, elle sera trouvée beaucoup plus grande

à raison de la difficulté de recueillir les quantités totales des différens précipités; et tant que la perte n'excède pas une trentaine de parties sur quatre cents, il n'y a pas lieu de soupçonner qu'elle puisse être provenue du défaut de précision convenable dans les opérations.

12. Lorsque celui qui fait les analyses se sera mis en état d'être familiarisé avec l'usage des divers instrumens, les propriétés des réactifs, et avec les rapports qui existent entre les qualités extérieures et les qualités chimiques des sols, il trouvera très rarement nécessaire de faire toutes les opérations qui viennent d'être décrites. Lorsque, par exemple, le sol ne contient pas une quantité notable de matière calcaire, on peut se dispenser de l'emploi d'acide hydrochlorique, art. 6; dans l'analyse des sols tourbeux, il devra principalement porter son attention sur l'opération par le feu et l'air, art. 7; et en opérant sur des sols de craie et de glaise, l'analyste se trouvera souvent dans le cas de négliger l'expérience par l'acide sulfurique, art. 8.

Ceux qui ne sont pas encore exercés aux manipulations chimiques, ne doivent pas s'attendre à une grande précision dans les résultats de leurs premiers essais. Ils rencontreront un grand nombre de difficultés; mais c'est en travaillant à se mettre en état de les vaincre, qu'ils acquerront la plus utile des connaissances pratiques; et rien n'est plus instructif, dans les sciences expérimentales, que la découverte d'erreurs. On ne peut opérer avec exactitude, dans l'art de l'analyse, sans avoir une connaissance parfaite de la chimie générale; mais il n'est peut-être pas de moyen plus convenable pour acquérir cette connaissance, que celui de se livrer à des recherches originales. En s'occupant de faire les expériences qu'elles rendent nécessaires, on est continuellement obligé de recourir aux ouvrages pour y apprendre l'his-

toire des substances qu'on doit y employer, ou sur lesquelles il faut agir; et les idées théoriques sont d'autant plus avantageusement établies, qu'elles se lient aux opérations pratiques, et qu'elles s'acquièrent dans la vue et la poursuite d'une découverte.

§. II. — TABLES CHIMIQUES.

1°. *Table du poids des atomes.*

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
HYDROGÈNE	1	0,125
Carbone	6	0,750
Bore	7	0,875
Oxigène	8	1,000
Silice	8	1,000
Hydrogène carboné	8	1,000
Aluminium	9	1,125
Eau	9	1,125
Lithium	10	1,250
Magnesium	12	1,500
Phosphore	12	1,500
Hydrogène phosphoré	13	1,625
Azote	14	1,750
Oxide de carbone	14	1,750
Gaz oléfiant	14	1,750
Hydrogène sous-phosphoré	14	1,750
Soufre	16	2,000
Silice	16	2,000
Fluor	16	2,000
Ammoniaque	17	2,125
Alumine	17	2,125
Hydrogène sulfuré	17	2,125
Deutoxide d'hydrogène	17	2,125
Glucinium	18	2,250
Lithine	18	2,250
Phosphure de carbone	18	2,250
Magnésie	20	2,500
Acide phosphoreux	20	2,500
Calcium	20	2,500

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Acide carbonique	20	2,750
Protoxide d'azote	22	2,750
Acide borique	23	2,875
Acide fluoborique	23	2,875
Alcool	23	2,875
Sodium	24	3,000
Acide hyposulfureux	24	3,000
Acide fluosilicique	24	3,000
Glucine	26	3,250
Cyanogène	26	3,250
Nickel	26	3,250
Cobalt	26	3,250
Acide hydrocyanique	27	3,375
Fer	28	3,500
Manganèse	28	3,500
Chrôme	28	3,500
Acide phosphorique	28	3,500
Phosphure de soufre	28	3,500
Chaux	28	3,500
Deutoxide d'azote	30	3,750
Néphrine (urée)	30	3,750
Soude	32	4,000
Acide sulfureux	32	4,000
Tellure	32	4,000
Yttrium	32	4,000
Zinc	34	4,250
Protoxide de nickel	34	4,250
Protoxide de cobalt	34	4,250
Chlore	36	4,500
Protoxide de fer	36	4,500
Protoxide de manganèse	36	4,500
Acide oxalique	36	4,500
Acide hydrochlorique	37	4,625
Acide formique	37	4,625
Zirconium	37	4,625
Ether sulfurique	37	4,625
Arsenic	38	4,750
Acide hyponitreux	38	4,750
Sulfure de carbone	38	4,750

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Potassium	40	5,000
Yttria	40	5,000
Acide sulfurique	40	5,000
Oxide de tellure	40	5,000
Sulfure de sodium	40	5,000
Selenium	41	5,125
Oxide de zinc	41	5,125
Hydrogène séléniuré	42	5,250
Sulfure de cobalt	42	5,250
Strontium	44	5,500
Protoxide de manganèse	44	5,500
Protoxide de chlore	44	5,500
Sulfure de fer	44	5,500
Acide purpurique	44	5,500
Antimoine	45	5,625
Zircone	45	5,625
Acide urique	45	5,625
Cerium	46	5,750
Acide nitreux	46	5,750
Acide lactique	46	5,750
Chlorure de lithium	46	5,750
Molybdène	48	6,000
Potasse	48	6,000
Iridium	48	6,000
Protochlorure de phosphore	48	6,000
Chlorure de magnésium	48	6,000
Oxide de selenium	49	6,125
Acide mellitique	49	6,125
Sulfure de zinc	50	6,250
Acide succinique	50	6,250
Acide chlorocarbonique	50	6,250
Ether chlorique	50	6,250
Acide acétique	51	6,375
Strontiane	52	6,500
Acide chromique	52	6,500
Acide manganésique	52	6,500
Chlorure de soufre	52	6,500
Acide nitrique	54	6,750
Protoxide de cerium	54	6,750

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Acide arsenieux	54	6,750
Cadmium	56	7,000
Palladium	56	7,000
Oxide de molybdène	56	7,000
Sulfure de potassium	56	7,000
Chlorure de calcium	56	7,000
Acide sélénique	57	7,125
Etain	59	7,375
Acide citrique	59	7,375
Acide sulfochyazique	59	7,375
Chlorure de sodium	60	7,500
Persulfure de fer	60	7,500
Acide antimonique	61	7,625
Acide arsénique	62	7,750
Acide chlorocyanique	62	7,750
Acide gallique	63	7,875
Cuivre	64	8,000
Oxide de calcium	64	8,000
Oxide de palladium	64	8,000
Peroxide de potassium	64	8,000
Chlorure de fer	64	8,000
Acide molybdeux	64	8,000
Éther hydrochlorique	65	8,125
Sesquisulfure de selenium	65	8,125
Acide tartrique	67	8,375
Protoxide d'étain	67	8,375
Deutoxide de chlore	68	8,500
Sous-bichlorure de soufre	68	8,500
Chlorure de zinc	70	8,750
Barium	70	8,750
Bismuth	71	8 875
Tannin	71	8,875
Acide molybdique	72	9,000
Protoxide de cuivre	72	9,000
Peroxide de sodium	72	9,000
Sulfure de cadmium	72	9,000
Sulfure de palladium	72	9,000
Acide hyposulfurique	72	9,000
Peroxide d'étain	75	9,375

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Protosulfure d'étain	75	9,375
Acide chlorique	76	9,500
Chlorure de potassium	76	9,500
Peroxide de cobalt	76	9,500
Peroxide de nickel	76	9,500
Barite	78	9,750
Oxide de bismuth	79	9,875
Ether acétique	79	9,875
Peroxide de cuivre	80	10,000
Peroxide de fer	80	10,000
Sulfure de cuivre	80	10,000
Sucre	81	10,125
Perchlorure de phosphore	84	10,500
Peroxide de barium	86	10,750
Sulfure de bismuth	87	10,875
Chlorure de strontiane	88	11,000
Gomme	90	11,250
Persulfure d'étain	91	11,375
Acide perchlorique	92	11,500
Chlorure de cadmium	92	11,500
Protochlorure d'étain	95	11,875
Tungstène	96	12,000
Perchlorure de fer	100	12,500
Protochlorure de cuivre	100	12,500
Persulfure de bismuth	103	12,875
Plomb	104	13,000
Acide saccholactique	105	13,125
Chlorure de barium	106	13,250
Chlorure de bismuth	107	13,375
Réalgar	108	13,500
Argent	110	13,750
Protoxide de plomb	112	14,000
Oxide brun de tungstène	112	14,000
Bichlorure de selenium	113	14,125
Peroxide de cerium	116	14,500
Séléniure d'arsenic	117	14,625
Oxide d'argent	118	14,750
Rhodium	120	15,000
Peroxide de plomb	120	15,000

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Sulfure de plomb	120	15,000
Acide tungstique	120	15,000
Acide benzoïque	120	15,000
Orpiment	124	15,500
Iode	125	15,625
Urane	125	15,625
Acide hydriodique	126	15,750
Sulfure d'argent	126	15,750
Protoxide de rhodium	128	16,000
Perchlorure d'étain	131	16,375
Protoxide d'urane	133	16,625
Sulfure d'étain	134	16,750
Persulfure de plomb	136	17,000
Perchlorure de cuivre	136	17,000
Deutoxide de rhodium	136	17,000
Iodure de phosphore	137	17,125
Chlorure de plomb	140	17,500
Iodure de soufre	141	17,625
Amidon	142	17,750
Columbium	144	18,000
Titane	144	18,000
Peroxide de rhodium	144	18,000
Iodure de calcium	145	18,125
Chlorure d'argent	146	18,250
Pyrites cubiques	146	18.250
Iodure de sodium	149	18,625
Deutosulfure d'étain	150	18,750
Protoxide de titane	152	19,000
Acide columbique	152	19,000
Iodure de fer	153	19,125
Éther hydriodique	154	19,250
Iodure de zinc	158	19,750
Chlorure d'azote	158	19,750
Peroxide de titane	160	20,000
Acide iodique	165	20,625
Iodure de potassium	165	20,625
Iodure de strontium	169	21,125
Iodure de cadmium	181	22,625
Platine	181	22,625

	L'hydrog. pris pour unité.	L'oxigène pris pour unité.
Iodure de cuivre	189	23,625
Protoxide de platine	189	23,625
Iodure de barium	195	24,375
Iodure de bismuth	196	24,500
Acide chloriodique	197	24,625
Or	199	24,875
Mercure	200	25,000
Peroxide de platine	205	25,625
Protoxide d'or	207	25,875
Protoxide de mercure	208	26,000
Peroxide de mercure	216	27,000
Sulfure de mercure	216	27,000
Peroxide d'or	223	27,875
Iodure d'argent	229	28,625
Oxide rouge de plomb	232	29,000
Iodure de plomb	235	29,375
Periodure de phosphore	262	32,750
Acide margarique	264	33,000
Peroxide d'urane	274	34,250
Acide oléique	288	36,000
Morphine	322	40,250
Picrotoxine	360	45,000
Strychnine	381	47,625
Brucine	412	51,500

2°. TABLE GÉNÉRALE DES CORPS GAZEUX, PAR LE DOCTEUR URE.

NOMS.	PESANTEUR spécif. de l'air = 1,00.	POIDS de 100 pouces cubes.	POIDS des équivalens, oxigène = 1.	CONSTITUANS en volumes.	VOLUME résultant.	ÉQUIVALENS constituans.
Hydrogène	0,0694	2,118	0,125			
Carbone	0,4156	12,708	0,750			
Hydrogène sous-carboné	0,5555	17,000	1,000	2 hyd. + 1 carbon.	1	2 hydrog. + 1 carb.
Ammoniaque	0,5902	18,000	2,125	3 hyd. + 1 azote.	2	3 hydrog. + 1 azote.
Vapeur d'eau	0,625	19,062	1,125	2 hyd. + 1 oxigène.	1 ½	1 hydrog. + 1 oxigène.
Phosphore	0,833	25,42	1,500			
Hydrogène phosphoré	0,902	27,47	1,625	1 phos. + 1 hydrog.	1	1 phos. + 1 hydrogène.
Hydrogène sous-phosphoré	0,9722	29,65	1,750	1 phos. + 2 hydrog.	1	1 phos. + 2 hydrogène.
Oxide de carbone	0,9722	29,65	1,750	2 carb. + 1 oxigène.	1 ½	1 carb. + 1 oxigène.
Hydrogène carboné	0,9722	29,65	0,875	1 carb. + 1 hydrog.	½	1 carb. + 1 hydrogène.
Azote	0,9722	29,65	1,750			
Acide hydrocyanique	0,9374	28,59	3,375	1 cyan. + 1 hydrog.	2	1 cyan. + 1 hydrogène.
Air atmosphérique	1,0000	30,519	4,500	1 oxig. + 4 azote.	5	1 oxigène + 2 azote.
Deutoxide d'azote	1,0416	31,77	3,750	1 oxig. + 1 azote.	2	2 oxigène + 1 azote.
Oxigène	1,1111	33,888	1,000			
Soufre	1,1111	33,888	2,000			
Hydrogène sulfuré	1,1805	36,006	2,125	1 hyd. + 1 soufre.	1	1 hydrogène + 1 soufre.
Acide hydrochlorique	1,2840	39,183	4,6125	1 hyd. + 1 chlore	2	[illegible]

	1,6277	46,090	2,750	1 oxig. + 2 azote.	1 ½	1 oxigène + 1 azote.
Vapeur d'alcool	1,6133	49,20	2,875	1 gaz oléf. + 1 eau.	1	2 gaz oléf. + 1 eau.
Cyanogène	1,8055	55,07	3,25	2 carb. + 1 azote.	1	2 carb. + 1 azote.
Acide chlorocyanique	2,1527	65,69	7,75	1 cyan. + 1 chlore.	2	1 cyan. + 1 chlore.
Ether hydrochlorique	2,219	67,68	10,375	1 hydrochl. + 2 alc.	2	1 ac. hydrochl. + 2 alc.
Acide sulfureux	2,222	67,77	4,000	1 oxig. + 1 soufre.	1	2 oxigène + 1 soufre.
Deutoxide de chlore	2,361	72,0	9,50	2 oxig. + 1 chlore.	2	1 chlore + 4 oxigène.
Acide fluoborique	2,371	72,312	8,500			
Protoxide de chlore	2,44	74,42	5,50	2 oxig. + 4 chlore.	5	1 oxigène + 1 chlore.
Chlore	2,500	76,25	4,50			
Vapeur d'éther sulfurique	2,586	78,87	2,875	2 gaz oléf. + 1 eau.	1	4 gaz oléfiant + 1 eau.
Acide nitreux	2,638	80,48	4,75	3 oxig. + 2 azote.	2	3 oxigène + 1 azote.
Sulfure de carbone	2,644	80,66	4,750	2 carb. + 4 soufre.	2	2 soufre + 1 carb.
Acide sulfurique	2,777	84,72	5,000	3 oxig. + 2 soufre.	2	3 oxigène + 1 soufre.
Acide chlorocarboneux	3,472	105,9	6,25	1 chl. + 1 ox. de carb.	2	1 chl. + 1 oxid. de carb.
Sel ammoniac	3,746	114,3	6,75	2 amm. + 2 hydroc.	1	1 am. + 1 ac. hydrochl.
Acide nitrique	3,75	114,37	6,75	5 oxigène + 2 azote.	2	5 oxigène + 1 azote.
Acide hydriodique	4,340	132,37	15,625	1 hydrog. + 1 iode.	2	1 hydrogène + 1 iode.
Huile de térébenthine	5,013	152,9				
Acide chlorique	5,277	160,97	9,5	3 oxig. + 2 chlore	2	5 oxigène + 1 chlore.
Fluoborate d'ammoniaque	5,902	180	10,625	2 am. + 2 fluoboriq.	1	1 am. + 1 fluoborique.
Sous-fluoborate d'ammoniaque	7,10	216,7	12,750	4 am. + 2 fluoboriq.	1	2 am. + 1 fluoborique.
Trito-sous-fluoborate d'ammoniaque	8,26	252	14,875	6 am. + 2 fluoboriq.	1	3 am. + 1 fluoborique.
Fluosilicate d'ammoniaque				2 ammon. + 1 acide.		

3°. TABLE GÉNÉRALE DES MÉTAUX.

NOMS.	PESANTEUR spécifique.	PRÉCIPITANS.	COULEUR DE PRÉCIPITÉS PRODUITS par Ferrocyanate de potasse.	par Infusion de galles.	par Hydrosulfure.	par Hydrogène sulfuré.
1 Platine.....	21,47	Hydrochl. d'ammon.	o	o		Noir met. poudre.
2 Or.....	19,30	Sulfate de fer..... / Nitrate de mercure..	Blanc jaunâtr.	Vert, métal.....	Jaune.....	Jaune.
3 Argent.....	10,45	Sel commun.....	Blanc.....	Jaune brun.....	Noir.....	Noir.
4 Palladium..	11,8	Cyan. de mercure...	Orangé foncé.		Brun noirâtre.	Brun noir.
5 Mercure.....	13,6	Sel commun..... / Chaleur.....	Blanc passant au jaune...	Jaune orangé....	Noir brunâtre.	Noir.
6 Cuivre.....	8,9	Fer.....	Rouge brun..	Brun.....	Noir.....	*Idem.*
7 Fer.....	7,7	Succinate de soude avec peroxide.....	Bleu ou blanc pas. au bleu.	Protoxide noir..	*Idem*.....	*Idem.*
8 Étain.....	7,29	Sublimé corrosif.....	Blanc.....	o	Protox. noir.. / Perox. jaune.	Brun.
9 Plomb.....	11,35	Sulfate de soude.....	*Idem*.....	Blanc.....	Noir.....	Noir.
10 Nickel.....	8,4	Sulfate de potasse....	*Idem*.....	Gris blanc.....	*Idem*.....	o
11 Cadmium..	8,6	Zinc.....	*Idem*.....	o	Jaune orangé.	Jaune orangé.
12 Zinc.....	6,9	Carbonates alcalins..	*Idem*.....	o	Blanc.....	Blanc jaunâtre.
13 Bismuth....	9,88	Eau.....	*Idem*.....	Jaune.....	Brun noir.....	Noir brun.
14 Antimoine..	6,70	Eau..... / Zinc.....	Blanc avec dissol. étendues.	Blanc avec eau..	Orangé.....	Orangé.
15 Manganèse..	8	Tartrate de potasse..	Blanc.....	o	Blanc.....	Laiteux.
16 Cobalt.....	8,6	Carbonates alcalins..	Jaune brun...	Blanc jaune.....	Noir.....	o

18 Arsenic.....	8,35 5,76	Nitrate de plomb...	Blanc		Jaune.	Jaune.
19 Chrôme.	5,90	*Idem*.	Vert	Brun.....	Vert.....	
20 Molybdène..	8,6	*Idem ?*.....	Brun.	Brun foncé.....		Brun.
21 Tungstène. .	17,4	Hydroch. de chaux ?	Acid. étendus.			
22 Colombium.	5,6?	Zinc ou inf. de galles.	Olive.....	Orangé.	Chocolat.....	
23 Selenium . .	4,3	Fer. ..... Sulfite d'ammoniaq.				
24 Osmium. ...	?	Mercure		Pourpre, passant au bleu foncé.	o	
25 Rhodium...	10,65	Zinc.	o			
26 Iridium.....	18,68	*Idem ?*.....	o	o		
27 Urane	9,0	Ferrocyan. potasse...	Rouge brun. .	Chocolat.	Jaune brun. ..	o
28 Titane	?	Infusion de galles ...	Vert gazon ...	Rouge brun.....	Vert gazon....	o
29 Cerium	?	Oxalate d'ammon ...	Blanc de lait..	o	Blanc.....	o
30 Potassium . .	0,865	Hydroch. de platine. Acide tartrique.....	o	o	o	o
31 Sodium	0,972					
32 Lithium						
33 Calcium.....						
34 Barium.....						
35 Strontium. .						
36 Magnesium.						
37 Yttrium. ...						
38 Glucinium..						
39 Aluminium.						
40 Thorinium .						
41 Zirconium. .						
42 Silicium. ...						

4°. *Table des produits principaux de la végétation.*

Albumine. Soluble dans l'eau froide. Se coagulant par la chaleur, et devenant insoluble. Ne se dissolvant pas dans l'alcool. Précipitée par l'infusion de noix de galle. Soluble dans l'acide nitrique. Se putréfiant promptement.

Amidon. Poudre blanche. Sans saveur. Insoluble dans l'eau froide. Soluble dans l'eau chaude. Opaque et glutineuse. Précipitée par une infusion de noix de galle; le précipité se redissolvant à une chaleur d'environ 49° centigrades. Insoluble dans l'alcool. Soluble dans l'acide nitrique étendu, et précipité par l'alcool. Donnant avec l'acide nitrique, de l'acide oxalique et une matière cireuse.

Asparagine. Cristallise. Saveur fraîche et nauséabonde. Soluble dans l'eau chaude. Insoluble dans l'alcool. Soluble dans l'acide nitrique, et se convertissant en principe amer et en tannin artificiel.

Baumes. Ayant les caractères des résines, mais avec une odeur forte. Etant chauffés, il se sublime de l'acide benzoïque. Il se sublime aussi de cet acide par leur dissolution dans l'acide sulfurique. Par l'acide nitrique, ils sont convertis en tannin artificiel.

Bois. Composé de fibres. Sans saveur. Insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Se dissolvant dans des lessives alcalines faibles. Précipité par les acides. Laissant beaucoup de charbon pour résidu de la distillation à une chaleur rouge. Soluble dans l'acide nitrique et fournissant de l'acide oxalique.

Camphre. Odeur forte. Cristallise. Très peu soluble dans l'eau. Se dissolvant dans l'alcool, les huiles et les acides. Insoluble dans les alcalis. Brûle avec une flamme claire, et se volatilise avant de se fondre.

Caoutchouc. Très élastique. Insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Se réduisant, étant gardé dans de

l'éther, en une pulpe, qui adhère à toute chose. Fusible et restant liquide, très combustible.

Cire. Insoluble dans l'eau. Soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles. Formant du savon avec les alcalis. Fusible.

Coton. Composé de fibres. Sans saveur. Très combustible. Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Soluble dans les alcalis. Fournit, avec l'acide nitrique, de l'acide oxalique.

Extractif. Soluble dans l'eau et dans l'alcool. Insoluble dans l'éther. Précipité par le chlore, par l'hydrochlorate d'étain et l'hydrochlorate d'alumine, mais ne l'étant pas par la gélatine. Il prend, en se séchant, une couleur fauve.

Fibrine. Insipide. Insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Soluble dans les alcalis étendus et dans l'acide nitrique. Se putréfie promptement.

Gaïac. Ayant les caractères des résines, mais se dissolvant dans l'acide nitrique; fournissant de l'acide oxalique, et point de tannin.

Gélatine. Insipide. Soluble dans l'eau; ne se coagule pas, étant chauffée. Est précipitée par l'infusion de noix de galle.

Glu. Visqueuse. Saveur insipide. Insoluble dans l'eau. Se dissolvant en partie dans l'alcool. Très soluble dans l'éther. Dissolution verte.

Gluten. Forme avec l'eau une masse ductile élastique, soluble en partie dans l'eau; précipité par l'infusion de noix de galle, et par le chlore. Soluble dans l'acide acétique et dans l'acide hydrochlorique. Insoluble dans l'alcool. Devenant, par fermentation, visqueux et tenace, ayant alors les propriétés du fromage. Soluble dans l'acide nitrique, et fournissant de l'acide oxalique.

Gomme. Ne cristallise pas. Insipide. Soluble dans l'eau et forme du mucilage. Insoluble dans l'alcool. Précipitée par la potasse silicée. Soluble dans l'acide nitrique, et formant des acides muqueux et oxalique.

Gommes-résines. Formant avec l'eau des dissolutions laiteuses, et transparentes avec l'alcool. Solubles dans les alcalis; converties par l'acide nitrique en tannin. Odeur forte. Cassantes; opaques; infusibles.

Huiles fixes. Sans odeur. Insolubles dans l'eau et dans l'alcool. Formant des savons avec les alcalis. Coagulées par les sels terreux et métalliques.

Huile volatile. Odeur forte. Insoluble dans l'eau. Soluble dans l'alcool. Liquide; volatile; huileuse. Enflammée par l'acide nitrique et convertie en substances résineuses.

Indigo. Poudre bleue. Sans saveur. Insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Soluble dans l'acide sulfurique. Soluble dans l'acide nitrique, et converti en principe amer et en tannin artificiel.

Inuline. Poudre blanche. Insoluble dans l'eau froide. Soluble dans l'eau bouillante; mais s'en précipitant sans altération, après le refroidissement de la dissolution. Insoluble dans l'alcool. Soluble dans l'acide nitrique, et fournissant de l'acide oxalique.

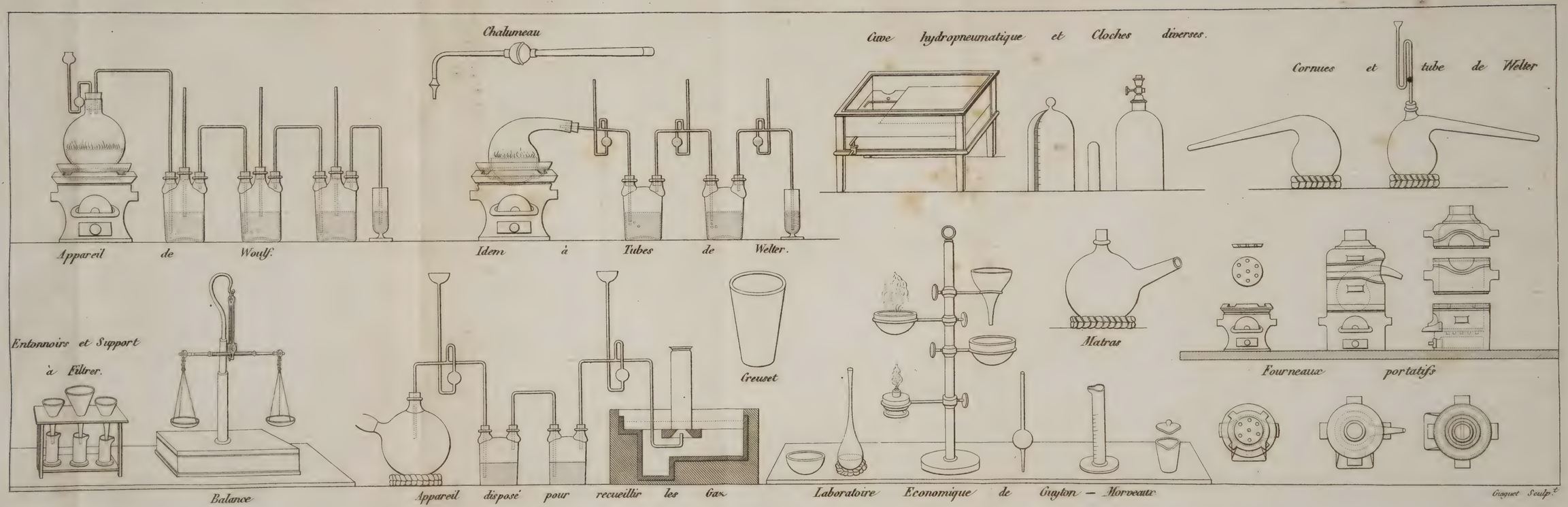
Liége. Brûlant avec flamme claire et en se boursouflant. Converti par l'acide nitrique en acide subérique et en cire. Soluble en partie dans l'eau et dans l'alcool.

Principe amer. Couleur jaune et brune. Saveur amère; également soluble et dans l'eau et dans l'alcool; se dissolvant dans l'acide nitrique. Précipité par le nitrate d'argent.

Résines. Solides. Se fondant étant chauffées. Insolubles dans l'eau. Se dissolvant dans l'alcool, l'éther et les alcalis. Solubles dans l'acide acétique. Converties par l'acide nitrique en tannin artificiel.

Sarcocolle. Ne cristallise pas. Soluble dans l'eau et dans l'alcool. Saveur sucrée amère. Soluble dans l'acide nitrique, fournissant de l'acide oxalique.

Sucre. Cristallise. Se dissout dans l'eau et dans


Chalumeau
Cuve hydropneumatique et Cloches diverses.
Cornues et tube de Welter
Appareil de Woulf.
Idem à Tubes de Welter.
Entonnoirs et Support à Filtrer.
Creuset
Matras
Fourneaux portatifs
Balance
Appareil disposé pour recueillir les Gaz
Laboratoire Economique de Guyton — Morveaux
Gaquet Sculp.t

l'alcool. Saveur sucrée. Soluble dans l'acide nitrique, et donnant de l'acide oxalique.

Tannin. Saveur astringente. Soluble dans l'eau et dans de l'alcool de 0,810 de pesanteur spécifique. Précipité par la gélatine, l'hydrochlorate d'alumine et l'hydrochlorate d'étain.

Ulmine. Ne cristallise pas. Sans saveur. Soluble dans l'eau; et ne formant pas de mucilage. Précipitée à l'état de résine par les acides nitrique et hydrochloronitrique. Insoluble dans l'alcool.

Aux substances dont l'énumération précède, on peut ajouter l'émétine, la fungine, l'hématine, la nicotine, la pollenine, les nouveaux alcalis végétaux, l'aconit, la morelle mortelle, la brucine, la ciguë, la pomme épineuse, la delphine, la jusquiame, la morphine, la picrotoxine, la strychnine, la vératrine et les divers acides végétaux.

FIN DU MANUEL DE CHIMIE.

VOCABULAIRE

SERVANT DE TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Abréviations.

ANC. — Anciennement. — US. — Usité.
ACT. — Actuellement. — INUS. — Inusité.

A.

Absorption. Si l'on fait passer du gaz acide hydrochlorique dans de l'eau, cette eau devient acide, et alors on dit qu'il s'est opéré une absorption : Si l'on fait arriver en contact du gaz acide carbonique et du gaz ammoniac, il y a lieu à absorption, et il en résulte du carbonate d'ammoniaque solide.

En général, lorsqu'un gaz, en se combinant, perd les propriétés qu'il avait, on dit que ce gaz a été absorbé; mais le gaz n'est que condensé et non pas absorbé, lorsque, par l'effet du froid ou d'une augmentation de pression, il vient à occuper un espace plus resserré.

L'absorption paraît être une des lois principales qui régissent la matière, car elle s'étend visiblement aux trois règnes de la nature. C'est l'absorption de l'air introduit, par la respiration, dans les poumons, qui établit la circulation du sang et qui entretient la vie de l'homme et de quelques animaux; l'absorption des sucs et des gaz nourriciers produit la sève et la végétation des plantes; l'absorption enfin détermine la formation et le développement des substances inorganiques.

Le pouvoir absorbant, restreint à la faculté d'attirer l'humidité de l'air, faculté que possèdent éminemment les acides forts, les alcalis desséchés, les sels déliquescens, etc., existe également pour des corps insolubles, et l'on a observé que plus un sol est divisé par le labour et la végétation, plus son pouvoir absorbant est grand. (VOYEZ *Assimilation. Tubes de sûreté.*)

Accension. Anc. inus. Inflammation ou conflagration spontanée résultant du mélange de plusieurs substances.

Acérates. Sels formés par la combinaison de l'acide acérique avec une base quelconque.

Acerbe. Ayant le goût âpre et dur et la saveur astringente de fruits qui ne sont pas mûrs.

Acescence. Aigreur spontanée. L'orage est la cause la plus ordinaire de l'acescence, et un grand nombre de sucs végétaux et animaux sont *acescens.*

Acétates. Sels formés par la combinaison de l'acide acétique avec une base quelconque.

Acétites. Anc. — Act. *acétates.*

Acétomètre. Instrument en verre destiné à mesurer la force du vinaigre : il consiste dans un globe de 8 millimètres de diamètre, précédé d'une petite boule de lest et surmonté d'une tige effilée, longue de 8 centimètres, contenant une bande de papier sur le milieu de laquelle est tracée une ligne transversale; cette tige supporte une capsule que l'on charge de différens poids

Acides. Corps composés dont on peut établir, ainsi qu'il suit, les propriétés générales.

1. Ils ont pour la plupart une saveur aigre, ainsi que l'indique leur dénomination.

2. Ils se combinent généralement avec l'eau en toute proportion. Cette combinaison a lieu avec condensation de volume et dégagement de chaleur.

3. Ils sont, à quelques exceptions près, volatilisés ou décomposés à une chaleur médiocre.

4. Ils changent ordinairement les couleurs pourpres des végétaux en celle d'un rouge vif.

5. Ils s'unissent, en proportion définie, avec les alcalis, les terres et les oxides métalliques; et cette union, qui forme la classe importante des sels, peut être considérée comme étant leur propriété caractéristique et indispensable.

Il faut distinguer avec soin, dans un acide, la base acidifiable ou le *radical,* et le principe acidifiant. Suivant la nomenclature chimique établie par Lavoisier, l'oxigène était le seul principe acidifiant; mais on a reconnu depuis que l'oxigène est, à la vérité, le principe d'acidité le plus ordinaire, mais non pas le seul; et dès-lors le langage chimique a dû subir, à cet égard, de nombreuses et importantes modifications.

Il n'existe à présent, en chimie, ni un principe acidifiant unique, ni un caractère absolu indiquant le degré de puissance parmi les acides, *page* 247.

Acide acérique. Existe dans le suc de l'érable; est décomposé par la chaleur comme les autres acides végétaux, *page* 248.

— *acéteux.* ANC. — ACT. *acide acétique.*

— *acétique*, page 248.

— *aérien.* ANC. INUS. — ACT. *acide carbonique.*

— *amniotique.* Existe, non dans l'eau de l'amnios de la roche, mais dans celle de l'allantoïde, suivant M. Lassaigne, *page* 248.

— *antimonieux* (*antimoine et oxigène*). — *métallique* de couleur blanche, *page* 247.

— *antimonique* (*antimoine et oxigène*). — *métallique* de couleur paille, *page* 247.

— *arsénieux.* ANC. US. — ACT. *deutoxide d'arsenic*, pages 247 et 258.

— *arsénique*, page 258.

— *benzoïque.* Existe dans le benjoin, la vanille, la cannelle, l'urine d'enfant, celle d'adulte. S'obtient par sublimation du benjoin, sous la forme d'une poudre légère, blanche et aromatique, *page* 248.

— *bolétique.* Retiré par M. Braconnot du suc exprimé du *boletus pseudo-ignarius;* en prismes tétraèdres irréguliers de couleur blanche, inaltérables à l'air, *page* 248.

— *boracique.* ANC. US. — ACT. *acide borique*, pages 247 et 249.

— *camphorique.* Retiré du camphre par MM. Kosegarten et Bouillon-Lagrange, en cristaux parallélipipèdes d'un blanc de neige qui s'effleurissent à l'air, *page* 248.

— *carbomuriatique.* ANC. INUS. — ACT. *acide chlorocarbonique.*

— *carbonique*, pages 247 et 249.

— *caséique.* Retiré des fromages par M. Proust, *page* 248.

— *cétique.* Retiré du spermaceti par M. Chevreul: combinaison de margarine et d'une matière grasse.

— *chloreux.* ANC. — ACT. *oxide de chlore.*

— *chloriodique*, page 248.

— *chlorocarbonique*, page 247.

— *chlorocyanique*, page 248.

— *chrômique*, pages 247 et 259.

— *citrique.* Retiré du suc des citrons; en prismes rhom-

boidaux, efflorescens. C'est le seul des acides végétaux qui résiste un peu fortement à la décomposition par le feu.

Acide colombique (*colombium et oxigène*).—*métallique*, sous la forme d'une poudre blanche, *page* 247.

— *crayeux*. Anc. inus. — Act. *acide carbonique*.

— *cyanique*, page 247.

— *ferrocyanique*, page 248.

— *fluoborique*, pages 248 et 266.

— *fluorique*, pages 248 et 260.

— *fluosilicique*, pages 248 et 267.

— *formique*. Retiré des fourmis; liquide même à des températures très basses, *page* 248.

— *fungique*. Retiré du *boletus julandis*, *phallus impudicus*; sous la forme d'une masse déliquescente, *page* 248.

— *gallique*, pages 248 et 269.

— *hydriodique*, pages 248 et 261.

— *hydrochlorique*, pages 248 et 262.

— *hydrocyanique*, pages 248 et 263.

— *hydromuriatique*. Anc. — Act. *acide hydrochlorique*.

— *hydrosulfocyanique*, page 248.

— *hydrosulfurique*, page 248.

— *hydrotellureux*, page 248.

— *hypophosphoreux*, page 247.

— *hyposulfureux*, page 247.

— *hyposulfurique*, page 247.

— *iodique*, pages 247 et 252.

— *karabique*. Anc. — Act. *acide succinique*.

— *kinique*. Retiré du quinquina par M. Vauquelin, en cristaux réguliers, *page* 248.

— *laccique*. Retiré de la laque par le docteur John, en liquide d'un jaune vineux qui cristallise, *page* 248.

— *lactique*. Retiré du lait; liquide d'un jaune brunâtre, incristallisable, *page* 248.

— *lampique*. Retiré, par sir H. Davy, de la combustion lente de l'éther; combinaison de l'acide acétique avec de la matière éthérisée, *page* 248.

— *malique*. Retiré du suc des pommes et des baies du frêne de montagne, *sorbus aucuparia*; en masse sirupeuse et mamelonnée, déliquescente à l'air, *page* 248.

— *margarique*. Retiré de la graisse par M. Chevreul; d'un blanc nacré, *page* 248.

Acide lithique. Anc. us. — Act. *acide urique.*
— *marin.* Anc. inus. — Act. *acide hydrochlorique.*
— *marin déphlogistiqué.* Anc. inus. — Act. *chlore.*
— *méconique.* Retiré de l'opium par M. Sertuerner; sublimé sous la forme de longues aiguilles incolores, *page* 248.
— *mélassique.* Retiré de la mélasse; suivant quelques chimistes, c'est l'acide acétique, *page* 248.
— *mellitique.* Retiré du miel par Klaproth; cristallise en fines aiguilles ou en petits prismes, *page* 248.
— *menispermique.* Retiré des semences du *menispermum cocculus*, page 248.
— *méphitique.* Anc. — Act. *acide carbonique.*
— *molybdeux*, page 247.
— *molybdique*, page 247.
— *moroxilique.* Retiré du tronc du mûrier blanc; cristallise et se sublime, *page* 248.
— *mucique.* Retiré des gommes; sous forme pulvérulente ou en petites écailles brillantes, *page* 248.
— *muqueux.* Anc. — Act. *acide mucique.*
— *muriatique.* Anc. us. — Act. *acide hydrochlorique.*
— *muriatique oxigéné*, ou *oximuriatique.* Anc. us. — Act. *chlore.*
— *muriatique hyperoxigéné.* Anc. — Act. *acide chlorique.*
— *muriatique-sur-oxigéné.* Anc. us. — Act. *oxide de chlore.*
— *nitreux*, page 247.
— *nitrique*, pages 247 et 253.
— *nitromuriatique.* Anc. us. — Act. *acide hydrochloro-nitrique.*
— *oléique.* Retiré, par M. Chevreul, de la graisse, dont il constitue le principe huileux, *page* 248.
— *oxalique.* Retiré de l'oseille sauvage et du sucre; cristallise en aiguilles irrégulières et quelquefois en prismes quadrilatères qui s'effleurissent à l'air sec et sont déliquescens à un air humide, *page* 248.
— *perchlorique*, page 247.
— *perlé.* Anc. inus. — Act. *phosphate de soude.*
— *phosphoreux*, page 247.
— *phosphorique*, pages 247 et 255.
— *prussique.* Anc. us. — Act. *hydrocyanique.*
— *purpurique.* Retiré de l'acide urique, sous la forme

d'une poudre très fine, légèrement jaunâtre, *page* 248.

Acide pyroligneux. ANC. US. — ACT. *acide acétique*, sali par de l'huile empyromatique et du bitume.

— *pyrolithique* ou *pyro-urique*. Retiré des concrétions d'acide urique; cristallise et se sublime en aiguilles blanches, *page* 248.

— *pyromalique*. Retiré de l'acide malique; cristallise, se sublime et se décompose en partie, *page* 248.

— *pyrotartareux*. ANC. — ACT. *acide pyrotartrique*.

— *pyrotartrique*. Retiré de l'acide tartrique; sublimé, blanc et lamelleux, *page* 248.

— *rosacique*. Retiré de l'urine des personnes attaquées de fièvres intermittentes; solide, d'un rouge de cinabre vif, sans odeur, *page* 248.

— *saccharin*. ANC. — ACT. *acide oxalique*.

— *saccholactique*, ou *sacchlactique*. ANC. — ACT. *acide mucique*.

— *sébacique*. Retiré de la graisse; cristallise en petites aiguilles blanches ayant peu de consistance; fond, se décompose et s'évapore en partie par la chaleur, *page* 248.

— *sorbique*. ANC. US. — ACT. *acide malique*.

— *subérique*. Retiré du liége par Brugnatelli; blanc, pulvérulent, *page* 248.

— *succinique*. Retiré de l'ambre; cristallise en prismes triangulaires blancs, transparens, *page* 248.

— *sulfovinique*. Retiré, par M. Vogel, de l'alcool et de l'acide sulfurique, mis en digestion: paraît une combinaison d'acide hyposulfurique et d'une matière huileuse particulière, *page* 248.

— *sulfureux*, page 247.

— *sulfurique*, pages 247 et 256.

— *tartareux*. ANC. — ACT. *acide tartrique*.

— *tartarique*. ANC. US. — ACT. *acide tartrique*.

— *tartrique*. Retiré du raisin, du tamarin et de plusieurs fruits avant leur maturité; cristallise en aiguilles ou en lames, *page* 248.

— *tungsteux*. ANC. INUS. — ACT. *protoxide de tungstène*, page 247.

— *tungstique*, page 247.

— *urique* ou *lithique*, page 248.

Acide vitriolique. Anc. inus. — Act. *acide sulfurique.*

— *zoonique.* Anc. inus. — Act. *acide acétique* combiné avec une matière animale.

— *zumique.* Retiré par M. Braconnot d'un grand nombre de substances végétales accescentes; sans couleur; incristallisable, *page* 248.

Acidifiable. Corps susceptible d'être converti en un acide dont alors il forme la *base* ou le *radical.* (Voyez *Nomenclature.*)

Acidules. Sels dans lesquels la base est combinée avec un excès d'acide tel, qu'ils manifestent sensiblement des propriétés acides.

Acier. Modification du fer par le carbone.

Aconit. Principe végétal vénéneux, retiré par M. Brande de l'*aconitum napellus.*

Adipocire. Nom donné au gras des cadavres, à raison de sa ressemblance avec la graisse et avec la cire. L'adipocire se manifeste lorsqu'on laisse putréfier des cadavres en grand nombre. M. Chevreul, qui l'a examiné récemment, l'a trouvé formé d'une petite quantité d'ammoniaque, de potasse et de chaux unies à beaucoup d'acide margarique et un peu d'acide oléique.

Adultération. Altération produite à dessein de substances pures ou de composés formés de substances pures.

Aériformes (*fluides*). Substances fluides combinées avec une portion de calorique suffisante pour leur faire prendre la forme gazeuse.

Aérolite. Pierre météorique. (Voyez *météorolite.*)

Aéromètre. Instrument inventé par le docteur Hall, pour faire les corrections nécessaires, lorsque l'on veut déterminer le volume moyen des gaz.

Ætite. Pierre d'aigle; composée d'oxide de fer, de silex et d'alumine.

Affinage. Ce mot désigne généralement tout procédé au moyen duquel on obtient un métal à l'état de pureté. On purifie l'or et l'argent en faisant fondre l'un ou l'autre de ces métaux avec du plomb, et en les tenant pendant quelque temps dans cet état dans un petit vaisseau creusé en forme de coupe plate, nommé *coupelle*, fait avec des os calcinés et pulvérisés ou avec des cendres de bois. Le plomb se vitrifie par degrés, il scorifie les mé-

taux étrangers au métal essayé ; dans cet état, il passe avec eux à travers les pores de la coupelle, et laisse dans son bassin l'or ou l'argent à l'état de pureté. Ce procédé particulier d'affinage s'appelle *coupellation*.

Affinité. Tendance particulière qu'ont les molécules de différentes matières à s'unir l'une avec l'autre, ou avec des molécules de leur propre espèce.

C'est par *affinité d'agrégation* que des molécules *homogènes* ou de même espèce, portées les unes vers les autres et maintenues à des distances insensibles, forment des masses de grandeur sensible, sans qu'il en résulte aucun changement dans les propriétés chimiques des substances ainsi réunies.

C'est par *affinité de composition* que des molécules *hétérogènes* ou d'espèce différente, portées les unes vers les autres et maintenues à des distances insensibles, forment un corps composé de nouvelles molécules intégrantes dont les propriétés diffèrent de celles des substances ainsi combinées. (Voyez *Attraction*.)

Agaric. Champignons, genre de l'ordre *fungi*, de Tournefort. Semblent se rapprocher de plus près de la matière animale, que toute autre production végétale quelconque, en ce qu'ils contiennent, outre l'hydrogène, l'oxigène et le carbone, une portion considérable d'azote, et qu'à la distillation ils fournissent de l'ammoniaque.

Agaric minéral. Carbonate de chaux natif ; pulvérulent.

Agent. Tout corps qui donne lieu à une action chimique est un agent chimique.

Agrégation. Assemblage de plusieurs parties qui forment un tout.

Agrégats. Masses de substances unies par cohésion et non par affinité.

Aigre (*saveur*). Légèrement acide.

Aigre (*métal*). Cassant, manquant de ductilité.

Air atmosphérique, page 219.

— *déphlogistiqué*. Anc. inus. — Act. *gaz oxigène*.

— *fixe*. Anc. — Act. *acide carbonique*.

— *inflammable*. Anc. — Act. *gaz hydrogène*.

— *phlogistiqué*. Anc. inus. — Act. *gaz azote*.

— *vital*. Anc. — Act. *gaz oxigène*.

Alambic. Appareil distillatoire qui sert à séparer des pro-

duits volatils, en les enlevant d'abord par la chaleur et en les condensant ensuite par le froid à l'état liquide. L'alambic se compose en général d'une chaudière recouverte d'un chapiteau et d'une alonge recourbée, aboutissant à un serpentin en spirale placé dans un réfrigérent. (Voyez *Laboratoire*.)

Albâtre. Pierre compacte et demi-transparente, consistant dans une combinaison native de chaux et d'acide sulfurique.

Album græcum. Anc. inus. — Act. excrément blanc et solide des chiens, consistant en chaux combinée avec du mucilage et de l'acide phosphorique.

Albumine. Substance animale particulière qui forme le sérum du sang, le blanc d'œuf, et qui constitue en partie les solides animaux. C'est à raison de la propriété qu'a l'albumine de se coaguler par la chaleur qu'elle est d'un grand usage pour clarifier les liqueurs.

Alcalescence. Tendance à la formation d'un alcali. Toute substance animale ou végétale qui, par sa décomposition spontanée, donne naissance à un alcali, est *alcalescente*.

Alcalimètre. Instrument qui sert à déterminer la quantité réelle d'alcali contenue dans la potasse ou la soude du commerce. L'alcalimètre du docteur Ure est plus simple et d'un emploi plus facile que celui de M. Descroizilles.

Alcalis. Corps composés qui, outre la propriété de neutraliser l'acidité et de donner ainsi naissance à des sels, jouissent des propriétés générales suivantes :

1°. Ils changent en vert la couleur pourpre et la couleur bleue d'un grand nombre de végétaux ; les couleurs rouges végétales en pourpre, et les couleurs jaunes en brun. Si la couleur pourpre a été changée en rouge par un acide, les alcalis rétablissent la couleur pourpre.

2°. Les alcalis exercent cette action sur les couleurs végétales, après avoir été saturés par de l'acide carbonique ; et c'est ce caractère qui distingue les alcalis des terres alcalines.

3°. Les alcalis ont une saveur âcre, brûlante, urineuse et caustique.

4°. Ce sont de puissans dissolvans de la matière animale : ou ils la corrodent, ou ils se combinent avec

elle ; aussi-bien qu'avec les huiles en général, de manière à produire la neutralisation.

5°. Ils sont décomposés ou volatilisés à une forte chaleur rouge.

6°. Ils se combinent avec l'eau en toute proportion, et aussi en grande quantité avec l'alcool.

7°. Ils continuent d'être solubles dans l'eau, lorsqu'ils sont neutralisés par de l'acide carbonique ; tandis que les terres alcalines y deviennent dans ce cas insolubles.

Il n'existe à présent, en chimie, ni un principe alcalescent unique, ni un caractère absolu d'alcalinité indiquant le degré de puissance parmi les alcalis.

Alcali fixe végétal. Anc. — Act. *potasse.*

— *fixe minéral.* Anc. — Act. *soude.*

— *volatil concret.* Anc. — Act. *sous-carbonate d'ammoniaque.*

— *volatil fluor.* Anc. — Act. *ammoniaque liquide.*

Alcool. Ce terme, dans sa signification rigoureuse, ne s'applique qu'à l'esprit pur, obtenu par distillation et rectification subséquentes, de tous liquides qui ont éprouvé la fermentation vineuse, et d'aucun autre que de ceux qui en sont susceptibles ; mais on l'emploie communément pour désigner l'esprit plus ou moins imparfaitement dépouillé d'eau ; tel qu'il se trouve ordinairement dans le commerce, état dans lequel il fut long-temps distingué sous le nom d'esprit de vin, comme ayant été d'abord obtenu du suc de raisin.

La pesanteur spécifique de l'acool bien préparé n'est que de 0,84, celle de l'eau distillée étant 1,00. (Voyez *Distillation.*)

Alcoolomètre. Instrument destiné à déterminer la quantité réelle d'alcool contenue dans un liquide.

Alembroth. (*Sel.*) Anc. inus. Sel composé, qui paraît consister dans de l'ammoniaque, de l'acide hydrochlorique et du mercure.

Algaroth (*poudre d'*). Anc.—Act. *protoxide d'antimoine*, retenant un peu d'acide hydrochlorique.

Aliment. Toute substance qui, introduite dans le corps, sert à sa nutrition, à son accroissement, à la réparation de ses pertes. Il n'existe de substance alimentaire ou

pouvant être aliment, que dans le règne organique. Les métaux n'en fournissent point.

Alkaest. Anc. inus. Nom donné par les alchimistes à un prétendu dissolvant universel.

Alliages. Combinaisons métalliques, ordinairement obtenues par fusion. L'or, l'argent, le cuivre, s'allient pour la fabrication des monnaies, et l'on distingue un alliage par le métal qui prédomine dans sa composition, ou qui lui donne sa valeur.

Lorsque le mercure est un des métaux qui composent l'alliage, cet alliage prend le nom d'*amalgame.*

Quelques métaux ont si peu d'affinité pour d'autres, qu'il n'a pas encore été possible de former des alliages avec eux; et les métaux qui s'allient paraissent s'unir en toute proportion, ou du moins il n'a encore été reconnu aucune règle dans les proportions des parties composantes d'un alliage, même binaire.

La densité d'un alliage est quelquefois plus grande et quelquefois plus faible que la densité moyenne de ses composans. Il en est de même de la ténacité, de la fusibilité, etc. (Voyez *Métaux.*)

Alluvions. Dépôts récemment formés dans des vallées ou plaines, des débris des montagnes environnantes.

Aloès. Suc amer extrait des feuilles de l'aloès; paraît être une combinaison intime d'une matière résino-gommeuse, dans un état d'union tel, qu'en soumettant séparément cette combinaison à l'action de dissolvans aqueux ou spiritueux, ils dissolvent la plus grande partie de l'une et l'autre substance.

Alonge. Vaisseau à double col, renflé dans sa partie moyenne, et qui sert à donner plus de longueur au col de la cornue.

Aludel. Anc. inus. Système de chapiteaux placés l'un au-dessus de l'autre, pour recueillir les produits de la sublimation. (Voyez *Sublimation.*)

Alumine. Anc. inus.—Act. *oxide d'aluminium,* page 214.

Aluminite. Minéral que l'on convertit en alun, et qui se trouve dans des couches d'alluvion, aux environs de Halle, en Saxe.

Aluminium. Base de l'alumine, métal que l'on n'a pu réduire jusqu'à présent, à raison de son affinité pour l'oxigène, *page* 214.

Alun. Anc. us. — Act. Sulfate d'alumine et de potasse, ou sulfate d'alumine et d'ammoniaque.

Amalgame. Alliage qui renferme du mercure.

Ambre. Donne à la distillation une petite quantité d'eau avec un liquide acéteux, une huile et de l'acide succinique.

— *gris.* Suivant M. Lagrange, 3820 parties d'ambre gris consistent en 2016 parties d'adipocire, 1167 de substances résineuses, 425 d'acide benzoïque et 212 de charbon.

Amer (*principe*). Il y a plusieurs variétés de ce principe que M. Chevreul considère comme composé d'acide nitrique uni à une substance particulière de nature huileuse. La quassia, le cocculus indicus, le daphné des Alpes, le café, les scilles, la coloquinte, la bryone, ainsi que plusieurs autres plantes médicinales, donnent un principe amer diversement modifié.

Amianthe. (Voyez *Asbeste.*)

Amidon. Soumis à la distillation, donne pour produits de l'eau imprégnée d'acide acétique enpyreumatique, un peu d'huile brune ou rouge, de l'acide carbonique en abondance, et du gaz hydrogène carboné.

Ammonium. Inus. Nom imposé par Berzélius au métal inconnu qu'il supposait être la base de l'ammoniaque.

Ammoniaque, page 228.

Amorphe. En masse confuse et sans forme déterminée.

Analyse. Série d'opérations au moyen desquelles le chimiste détermine les parties composantes des corps, soit qu'il les obtienne réellement séparées, et qu'il puisse les montrer isolées les unes des autres, soit que leurs propriétés distinctives lui soient indiquées par les nouvelles combinaisons qu'il leur fait subir, sans qu'il y ait séparation apparente. La recomposition des nouvelles combinaisons se nomme *synthèse*, et dans l'examen chimique des corps, on ne peut presque jamais faire une analyse ou une séparation, sans qu'une synthèse ait lieu simultanément.

Anarcadium. Noix de cachou ou noix à marquer. Renferme un suc rougeâtre très caustique, qui, sur le coton ou sur la toile, marque une couleur brune; noircissant à l'air, et très durable.

Anhydre. Sans eau. *Sel anhydre*, sel privé de son eau de cristallisation.

Antimoine, page 185.

— *cru.* ANC. — ACT. *sulfure d'antimoine.*

— *diaphorétique.* ANC. — ACT. *antimonite de potasse.*

Aphrite. Terre écumeuse, carbonate de chaux natif, friable, de couleur blanche nacrée et presque métallique.

Appareils. Instrumens et ustensiles disposés pour une opération chimique. (VOYEZ *Laboratoire.*)

Apyre. INUS. Synonyme de *réfractaire.*

Aquila alba. ANC. INUS. — ACT. *chlorure de mercure.*

Arbre de diane. ANC. — ACT. *argent mercuriel cristallisé.*

Arcanum duplicatum. ANC. — ACT. *sulfate de potasse.*

— *tartari.* ANC. INUS. — ACT. *acétate de potasse.*

Aréomètre. Instrument de verre destiné à mesurer, par son immersion, la pesanteur spécifique du liquide dans lequel on le plonge. (VOYEZ *Hydromètre.*)

Argent, page 172.

— *corné.* ANC. — ACT. *chlorure d'argent.*

Argiles. Nom commun sous lequel on désigne la terre à porcelaine ou kaolin, la terre à potier, la glaise, etc., et en général toutes les terres qui contiennent beaucoup d'alumine. Les argiles happent à la langue et forment avec l'eau une pâte plastique ayant beaucoup d'adhérence et qui prend, par la chaleur, un retrait considérable et une grande dureté.

Arôme. Odeur forte et pénétrante de certains végétaux; elle semble due à une huile essentielle, qui s'élève quand on les distille, soit avec l'eau, soit avec l'alcool.

Arragonite. Carbonate de chaux natif, mêlé quelquefois avec un peu de carbonate de strontiane.

Arséniates. Sels formés par la combinaison de l'acide arsénique avec une base quelconque.

Arsenic, page 189.

Asbeste, amianthe. Il existe cinq variétés de ce minéral flexible et fibreux, avec lequel les anciens fabriquaient des tissus, dont ils enveloppaient, dit-on, les corps des morts, avant de les exposer sur le bûcher funéraire. L'ignition enlève à l'asbeste un peu de sa flexibilité.

Asparagine. Principe végétal particulier, en cristaux blancs transparens, qui se forment spontanément dans

le suc des asperges évaporé en consistance de sirop.

Asphalte. Bitume de Judée : analysé par la voie sèche, 100 parties produisirent 32 d'huile bitumineuse, 61 eau légèrement imprégnée d'ammoniaque, charbon 30, 7 $\frac{1}{2}$ silice, 7 $\frac{1}{2}$ alumine, $\frac{3}{4}$ chaux, 1 $\frac{1}{4}$ oxide de fer, $\frac{1}{2}$ oxide de manganèse et 590 centimètres cubes de gaz hydrogène.

Astringent (*principe*). ANC. — ACT. *tannin.*

Assimilation. Opération au moyen de laquelle les différens principes du sang sont amenés à faire partie des divers organes du corps. L'assimilation est une véritable absorption dont l'agent, différent d'une simple force chimique, est resté jusqu'à présent inconnu.

Athanor. ANC. INUS. Fourneau dont se servaient les anciens chimistes, et construit pour que son feu pût s'alimenter de lui-même pendant long-temps.

Atmomètre. Instrument imaginé par le professeur Leslie, pour mesurer la quantité d'exhalation d'une surface humide dans un temps donné.

Atmosphère (*air atmosphérique*). Masse immense de fluide élastique permanent qui environne le globe que nous habitons, et qui paraît consister dans un assemblage général de toute espèce d'air, pouvant être formé par les corps divers dont sa surface se compose. L'atmosphère inférieure est formée principalement d'oxigène et d'azote accompagnés d'humidité et de vapeurs ou exhalaisons qui s'élèvent accidentellement des corps; la proportion d'oxigène y est d'environ 21 pour cent, en mesure, *page* 219.

— (*pression*). La pression moyenne de l'atmosphère est souvent prise pour unité, lorsqu'il s'agit d'exprimer un degré de pression additionnelle donnée à des fluides; et c'est dans ce sens que l'on dit : sous une pression de 2, 3, 1000, etc., atmosphères.

Atomes. Particules incapables de division ou de diminution. La théorie atomique, au moyen de laquelle les combinaisons chimiques les plus compliquées seraient facilement exprimées en nombre, ne repose encore que sur des hypothèses et sur cette remarque générale de M. Dalton: que, dans tous les cas, les simples élémens des corps sont disposés à s'unir simplement d'atome à atome, ou si l'un d'eux est en excès, cet excès

a lieu dans un rapport qui peut être représenté par quelque multiple simple du nombre de ses atomes.

Le poids de l'atome d'hydrogène a été pris pour base des tables atomiques de M. Dalton, tandis que c'est le poids de l'atome d'oxigène qui a servi de base aux tables de M. Berzélius, *page* 307.

Atropa, atropine. Principe végétal, vénéneux, alcalin, obtenu de l'atropa-belladone (morelle mortelle).

Attraction. Tous les corps s'attirent plus ou moins; tout dans la nature semble lié par l'attraction; elle varie dans ses effets, cause des changemens, établit l'équilibre et excite dans les corps inanimés une tendance à la combinaison, qui se fait sentir et remarquer partout. Cette force d'attraction universelle qui s'exerce à des distances sensibles, à laquelle tous les grands corps qui constituent notre système solaire obéissent, qui les fait tendre continuellement à se porter les uns vers les autres, qui retient les planètes dans leurs orbites et règle leur mouvement, se distingue spécialement par le nom d'attraction de *gravitation;* elle est du ressort de la physique.

L'attraction qui a lieu à des distances imperceptibles se borne aux molécules des corps; elle est spécialement du ressort de la chimie, et les chimistes l'ont nommée *attraction moléculaire* ou *affinité.* (Voyez *Affinité.*)

— *Azote*, page 157.

— Préparation, *page* 158.

— Propriétés, *page* 158.

— *oximuriate.* Anc. — Act. *chlorure d'azote.*

Azotures. Composés résultant de la combinaison de l'azote avec certaines substances.

B.

Bain. Appareil au moyen duquel la chaleur peut être graduellement et régulièrement transmise. La chaleur que communiquent les corps en combustion doit nécessairement varier suivant les circonstances; et ces changemens peuvent non seulement avoir de l'influence sur les résultats de l'opération, mais encore dans beaucoup de cas, endommager les vaisseaux soumis à l'action de la chaleur, surtout lorsqu'ils sont de verre. Un

des moyens qu'on emploie le plus ordinairement pour obvier à ces inconvéniens, consiste à interposer entre le feu et le vase à échauffer une certaine quantité de sable ou d'eau. Les anciens chimistes ont donné au bain formé par l'eau le nom de bain-marie. Un bain de vapeur d'eau présente, dans quelques cas, plus d'avantages que le bain-marie ordinaire. Quelques chimistes ont proposé des bains de plomb ou d'étain en fusion, ou d'autres substances fusibles; ils peuvent être avantageux pour quelques circonstances particulières, dans lesquelles le manipulateur intelligent devra s'abandonner à sa propre sagacité. Les bains-marie ne peuvent donner un degré de chaleur supérieur à celui de l'eau bouillante, qu'en y faisant dissoudre différens sels, tandis que les bains de sable sec peuvent être poussés à un degré de chaleur très élevé.

Balance. Instrument propre à déterminer le poids des corps. Toute opération chimique exacte commence et finit par une pesée.

Ballon. Récipient de forme sphérique, à col droit.

Barille. Soude impure.

Barite. Anc. us. — Act. *protoxide de barium*, page 206.

Barium. Base de la barite; métal que l'on n'a pu réduire facilement jusqu'à présent, à raison de son affinité pour l'oxigène, *page* 206.

Barolyte. Anc. inus. — Act. *carbonate de barite.*

Baromètre. Instrument qui indique les variations de pression de l'atmosphère. Cette pression est plus forte ou plus faible suivant l'abaissement ou l'ascension d'une colonne de mercure dans un tube de verre fixé sur une plaque graduée; la pression moyenne de l'atmosphère fait équilibre à une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur.

Base. Expression chimique qui s'applique aux alcalis, terres et oxides métalliques, dans leurs rapports avec les acides et les sels.

Batitures. Ecailles qui se lèvent à la surface des plaques de fer ou de cuivre, lorsqu'après avoir été fortement chauffées avec le contact de l'air, on les frappe avec un corps dur.

Baudouin (*phosphore de*). Anc. — Act. *nitrate de chaux o ndu.*

Baume. Suc résineux végétal, liquide ou concret. Les baumes liquides sont ceux de copahu, du Pérou, de tolu, l'opobalsamum et le styrax; ceux à l'état concret sont le benjoin, le sangdragon et le torax.

Benjoin. L'arbre dont on retire le benjoin par exsudation, en l'incisant, est natif des Indes orientales. M. Brande, en distillant 100 parties de benjoin, obtint pour produits : acide benzoïque, 9,0; eau acidule, 5,5; huile butireuse et empyreumatique, 60; charbon friable, 22; et un mélange de gaz hydrogène carboné et acide carbonique évalué à 3,5; en traitant par l'eau l'huile empyreumatique, il parvint encore à en retirer 5 pour 100 d'acide, faisant en tout 14 pour 100 de cet acide.

Benzoates. Sels formés par la combinaison de l'acide benzoïque avec une base quelconque.

Beurre. Partie huileuse inflammable du lait.

— *d'antimoine.* Anc. us. — Act. *protochlorure d'antimoine.*

— *d'arsenic.* Anc. — Act. *deutochlorure d'arsenic.*

— *de bismuth.* Anc. — Act. *chlorure de bismuth.*

— *de cacao.* Substance concrète blanche, huileuse, un peu plus ferme que la graisse ou le suif, et qu'on retire de la noix de cacao avec laquelle on fabrique le chocolat.

— *de zinc.* Anc. — Act. *chlorure de zinc.*

Bézoard. Concrétion trouvée dans l'estomac de divers animaux.

Bihydrogure de carbone. Inus. — Act. *hydrogène carboné.*

— *de phosphore.* Inus. — Act. *hydrogène phosphoré.*

Bile. Liquide amer, de couleur jaune ou verdâtre, plus ou moins visqueux, spécifiquement plus pesant que l'eau, qui se rencontre chez la plupart des animaux et constitue la sécrétion particulière de leur foie. Suivant M. Berzélius, ses parties constituantes sont : eau, 908,4; picromel, 80; albumine, 3; soude, 4,1; phosphate de chaux, 0,1; sel commun, 3,4; phosphate de soude avec phosphate de chaux, 1.

Bismuth, page 184.

Bitume. Terme générique d'un grand nombre de substances minérales, liquides ou concrètes, qui brûlent avec flamme à l'air libre. Les bitumes liquides sont le naphte, le pétrole, le goudron des Barbades : les bitumes solides sont : l'asphalte, le suif minéral, le caout-

chouc minéral ou bitume élastique. Le jayet, l'ambre, les houilles, sont plus ou moins bitumineux dans leur composition.

Blanc de céruse. Anc. us. — Act. *sous-carbonate de plomb.*

— *de plomb.* Anc. us. — Act. *sous-carbonate de plomb.*

— *de perle.* Anc. — Act. poudre blanche composée d'oxide de bismuth et d'acide nitrique. (Voyez *Magistère de bismuth.*)

Blende. Anc. — Act. *sulfure de zinc.*

Bleu de Prusse ou *de Berlin.* Anc. us. — Act. *hydro-ferrocyanate de peroxide de fer.*

Bocard. Moulin à bocarder.

Bocarder. Concasser le minerai d'une mine.

Boracite. Anc. inus. — Act. *borate de magnésie.*

Borates. Sels formés par la combinaison de l'acide borique avec une base quelconque.

Borax. Anc. us. — Act. *sous-borate de soude.*

Bore. Base combustible et indécomposée de l'acide borique, *page* 163.

— Préparation, *page* 163.

— Propriétés, *page* 164.

Bouton. Culot de métal que l'on trouve au fond du creuset où l'on a opéré la réduction d'une mine ou d'un oxide métallique.

Boyle (*liqueur fumante de*). Anc. us. — Act. *sous-hydro-sulfate-sulfuré d'ammoniaque.*

Brasque. Substance argileuse ou charbonneuse qu'on met dans les travaux des mines, au fond des fourneaux ou de leurs bassins, pour recevoir les métaux fondus. On brasque un creuset avec du charbon en poudre, mouillé et tassé contre les parois du creuset, ou bien quelquefois on remplit les creusets d'un mélange de charbon pulvérisé et d'une petite quantité d'argile détrempée, et l'on pratique, au milieu de cette masse cohérente, une cavité. On brasque un creuset avec du blanc d'Espagne, pour faire l'amalgame d'or et de mercure des dorures.

Brassica rubra. Infusion du chou rouge; sa couleur naturelle est le bleu, qui passe au vert par les alcalis et au rouge par les acides. Ce réactif est préférable à l'infusion de tournesol qu'on emploie communément dans les laboratoires.

Bronze. Alliage de cuivre et d'étain : ses propriétés sont sensiblement les mêmes lorsqu'il contient depuis 8 jusqu'à 15 pour 100 d'étain.

Brucine. Alcali retiré, par MM. Pelletier et Caventou, de l'essence de la *fausse augusture,* ou *Brucæa antydysenterica ;* cristallise en prismes obliques dont les bases sont des parallélogrammes; très amer, âcre et vénéneux, se décompose par la chaleur en carbone, hydrogène et oxigène, sans aucune trace d'azote.

C.

Cachou. Substance brune astringente, autrefois connue sous le nom de terre du Japon; sir H. Davy en distingue deux espèces, le cachou de Bombay et celui du Bengale, qu'il analysa, et qui ne diffèrent que par les proportions de tannin, extractif, mucilage et résidu de sable, de chaux et d'alumine qu'elles contiennent. Le cachou est préparé sous la forme d'un extrait sec, avec le bois d'une espèce de sensitive, sous le nom de *mimosa cathecu.*

Cadmium, page 181.

Caféine. Principe amer du café.

Caillé. Coagulum qui se sépare du lait par l'addition d'un acide ou d'autres substances.

Caillot. Portion du sang qui se sépare par le repos de sa partie fluide, sous la forme d'un coagulum auquel on a donné aussi le nom de *cruor.*

Calamine. Anc. us. — Act. *carbonate natif de zinc.*

Calcaire. Composé de chaux. Cette dénomination est souvent restreinte aux carbonates de chaux.

Calcanthum. Très anc. inus. (Voyez *Couperose.*)

Calcination. Combustion considérée sous le rapport des résidus fixes qu'elle produit. Cette dénomination est souvent restreinte à l'opération au moyen de laquelle on applique la chaleur à des substances salines, métalliques ou autres, en la réglant de manière à les dépouiller d'humidité, etc., et à les maintenir cependant sous forme pulvérulente.

Calcium. Base de la chaux. Métal que l'on n'a pu réduire que très difficilement à raison de son affinité pour l'oxigène, *page* 205.

Calcul (*pierre*). Concrétion dure, n'étant pas de nature

osseuse, formée dans les corps d'animaux et notamment dans la vessie.

Calomélas. Anc. — Act. *protochlorure de mercure.*

Calorimètre. Instrument inventé par Lavoisier et de Laplace pour mesurer la quantité de chaleur qu'abandonne un corps en se refroidissant, chaleur estimée d'après la quantité de glace que ce corps fait fondre.

Calorique, page 22.

— Mesure de température, *page* 28.

— Distribution de la chaleur, *page* 29.

— Effets que la chaleur produit en général sur les différentes formes de matières, *page* 55.

Caméléon minéral. Composé de potasse et d'oxide noir de manganèse, obtenu par fusion, et dont la dissolution dans l'eau, de couleur verte d'abord, passe spontanément par toutes les nuances des anneaux colorés, au bleu, au violet et au rouge.

Camphorates. Sels formés par la combinaison de l'acide camphorique avec une base quelconque.

Camphre. Substance végétale immédiate particulière qui nous est, en plus grande partie, apportée des Indes orientales; se raffine par sublimation; se dissout dans l'alcool, les éthers et les huiles; fournit par l'analyse du carbone, de l'hydrogène et de l'oxigène.

Caoutchouc. Gomme élastique; frottoir indien; s'obtient du suc laiteux de différentes plantes dans les pays chauds, dont les principales sont la *jatropha elastica* et l'*urceola elastica;* fournit à la distillation de l'ammoniaque et de l'hydrogène carboné.

Capillaire (action). Mouvement particulier d'ascension des fluides dans des tubes très petits ou fins comme des cheveux, d'où ces tubes ont pris la dénomination de capillaires.

Capsules ou *Tets.* Petites écuelles d'argile, de porcelaine ou de verre, qui servent à diverses opérations chimiques.

Caput mortuum. Anc. — Ce qui reste dans une cornue après une distillation à siccité. (Voyez *Résidu.*)

Caractères chimiques. Anc. inus. — Signes hiéroglyphiques inventés par les alchimistes, pour désigner par abréviation un grand nombre de substances. Les caractères de Bergman, sont principalement établis

d'après les caractères anciens, avec des additions et des perfectionnemens ; mais les caractères de MM. Hassenfratz et Adet, sont tout-à-fait systématiques.

Caramel. Odeur qu'exhale le sucre chauffé à calcination.

Carbonates. Sels formés par la combinaison de l'acide carbonique avec une base quelconque.

Carbone. Base combustible et indécomposée de l'acide carbonique. C'est la partie pure inflammable du charbon, *page* 159.

— Préparation, *page* 159.

— Propriétés, *page* 161.

Carbone (*oxide de*), page 241.

Carbures. Composés dont le carbone est l'une des parties constituantes.

Carmin. Couleur rouge retirée de la cochenille.

Carthame ou *safran bâtard.* Donne une fécule d'un rouge foncé qui sert à teindre la soie en ponceau, nacarat, cerise, couleur de rose et couleur de chair. Cette matière colorante, extraite au moyen du sous-carbonate de soude, précipitée par du jus de citron dépuré, séchée et mêlée avec du talc, constitue le rouge végétal de toilette.

Cartilage. Substance animale solide, élastique, demi-transparente, que laissent les os lorsqu'ils sont dépouillés des sels calcaires par l'acide hydrochlorique étendu ; est convertie en gélatine par l'acide nitrique.

Causticité. On appelle *caustiques* tous les corps dont la tendance à se combiner avec les principes des substances organisées est tellement énergique, qu'ils en détruisent le tissu; et cette propriété dans ces corps se nomme causticité.

Caustique lunaire. Anc. inus. — Act. *nitrate d'argent fondu.*

Cément. Nom générique sous lequel on comprend les *luts, colles, soudures*, et toute matière quelconque dont on se sert pour unir ou cémenter ensemble des choses de même espèce ou d'espèce différente.

Cémentation. Procédé chimique qui consiste à entourer un corps à l'état solide, avec la poussière de quelques autres corps, et à stratifier le tout; c'est-à-dire à l'exposer, pendant un certain temps, en vaisseaux clos, à un degré de chaleur qui n'est pas suffisant pour fondre

les matières qui y sont contenues. Ainsi le fer est converti en acier, par cémentation avec du charbon; le verre est converti en émail par cémentation avec le sable.

Cendres. Résidu fixe que laissent les substances combustibles après qu'elles ont été brûlées.

Cérasine. Substance d'apparence gommeuse qui se gonfle dans l'eau froide, mais qui ne s'y dissout pas facilement. La gomme adragant offre le meilleur exemple de cette espèce de produit végétal.

Cérat. Composé d'huile ou de graisse et de cire d'abeille.

Cérine. Nom donné par M. Chevreul à une substance particulière qui se précipite, par évaporation, de l'alcool mis en digestion sur de la raclure de liége; l'acide nitrique convertit la cérine en acide oxalique.

Cérium, page 198.

Cérumen des oreilles. Sécrétion de couleur jaune dont les parties constituantes sont : de l'albumine, une huile épaissie, une matière colorante, de la soude et du phosphate de chaux.

Céruse. Anc. — Act. *sous-carbonate de plomb.*

Cerveau. Analysé avec soin par M. Vauquelin, donna, sur 100 parties : eau, 80,00; matière grasse blanche, 4,53; matière grasse rougeâtre, 0,70; albumine, 7,00; osmazone, 1,12; phosphore, 1,50; acides, sels et soufre, 5,15; la moelle allongée et les nerfs ont la même composition chimique.

Cétine. Nom donné par M. Chevreul au spermaceti; consiste, sur 100 parties, dans 84 carbone, 6 oxigène et 13 hydrogène.

Chair. Consiste principalement en fibrine, en albumine, gélatine, extractif, phosphate de soude, phosphate d'ammoniaque, phosphate et carbonate de chaux, et sulfate de potasse.

Chalibées (*ferrées*). Eaux minérales imprégnées de fer.

Chalumeau. Instrument destiné à accroître, par un courant d'air, la flamme d'une lampe, d'une chandelle ou d'une bougie, et à la diriger pour son plus grand effet dans l'analyse des minéraux et autres manipulations chimiques. Cet instrument consiste simplement dans un tube de verre ou de laiton d'environ 4 millimètres de diamètre à l'une de ses extrémités; renflé en boule à

peu de distance de l'autre extrémité, qui se termine en pointe conique très fine percée d'un très petit trou pour l'issue du vent.

Charbon. Résidu de toute distillation à sec de matière animale ou végétale. (Voyez *Carbone.*)

Chatoyant. Réflétant les couleurs de l'iris.

Chaux. Anc. us. — Act. *protoxide de calcium*, page 205.

Chaux. Très anc. inus. Désignait un oxide métallique quelconque.

Cheveux. M. Vauquelin a reconnu neuf substances différentes dans le cheveu noir; le cheveu noir ne diffère du rouge qu'en ce qu'il contient une huile rouge au lieu d'une huile verte grisâtre; le cheveu blanc ne diffère des cheveux noir et rouge, qu'en ce qu'il est presque incolore et contient du phosphate de magnésie qui ne se trouve ni dans l'un ni dans l'autre des cheveux noir et rouge.

Chlorates. Sels formés par la combinaison de l'acide chlorique avec une base quelconque.

Chlore. Base indécomposée de l'acide chlorique, *page* 151.

— Préparation, *page* 151.

— Propriétés, *page* 152.

— Oxides, *page* 236.

Chlorine. Inus. — Act. *chlore.*

Chlorophile ou mieux *chlorophyle.* Nom donné par MM. Pelletier et Caventou à la matière verte des feuilles des plantes; s'obtient en pressant la substance d'un grand nombre de feuilles, en la lavant dans l'eau et en la traitant ensuite par l'alcool; cette substance résineuse, inaltérable à l'air, se ramollit sans se fondre, par la chaleur, et brûle avec flamme en laissant un charbon volumineux.

Chlorures. Composés résultant de la combinaison du chlore avec diverses substances.

Cholesterine. Nom donné par M. Chevreul à la substance cristallisée nacrée des calculs biliaires humains; 100 parties consistent, suivant M. Bérard, en 72 carbone, 6,66 oxigène, et 21, 33 hydrogène.

Chromates. Sels formés par la combinaison de l'acide chromique avec une base quelconque.

Chrôme, page 191.

Chrysocole. Très anc. inus. — Act. *sous-borate de soude impur.*

Chyle et *chyme.* Par les facultés digestives, dans l'estomac des animaux, l'aliment est converti en un liquide laiteux appelé *chyme*, qui, passant dans les intestins, s'y mêle avec le suc pancréatique et la bile, et finit par se résoudre en *chyle* et en matière excrémentielle.

Cinabre. Anc. us. — Act. *sulfure de mercure.*

Cinchona ; cinchonine. Le *quinquina* ou *kina* est l'écorce de plusieurs espèces de cinchona qui croissent dans l'Amérique méridionale; la *cinchonine* est la matière alcaline cristallisable et impure retirée du quinquina; la *quinine* est la cinchonine pure.

Cire. Substance huileuse, concrète, recueillie par les abeilles sur les plantes; composée, suivant MM. Gay-Lussac et Thenard, sur 100 parties, d'environ 5 parties d'oxigène, 13 d'hydrogène et 82 de carbone.

Citrates. Sels formés par la combinaison de l'acide citrique avec une base quelconque.

Clarification. Opération qui a pour but de séparer, sans recourir aux filtres, toute matière étrangère tenue en suspension dans un liquide.

L'albumine, la gélatine, les acides, certains sels, la chaux, le sang, l'alcool, le charbon animal, etc., servent à la clarification.

C'est d'albumine ou de gélatine qu'on fait ordinairement usage pour clarifier les liqueurs vineuses; l'albumine, la chaux, le charbon animal, s'emploient de préférence pour la clarification des sirops.

Clinomètre. Instrument propre à mesurer l'épaisseur des couches des minéraux.

Coagulation. A lieu lorsqu'un liquide passe brusquement et en totalité de cet état à l'état solide ou de corps mou, et se prend en masse sans affecter une forme cristalline et régulière.

Cobalt, page 187.

Cochenille. Le docteur John appelle *cocheniline* la matière colorante de la cochenille; et, suivant lui, les parties constituantes de l'insecte dont on la retire, sont : cocheniline, 50,00; gelée, 10,5; cire grasse, 10,00; mucus gélatineux, 14,00; matière éclatante, 14,00; sels, 1,5.

Cohésion (*ténacité*). Force en vertu de laquelle les particules adhérentes d'un corps résistent à leur séparation.

Cohobation. Anc. — Distillation plusieurs fois répétée du même liquide sur les mêmes substances.

Colcotar. Anc. — Act. *tritoxide de fer.*

Colle de poisson. Consiste presque totalement en gélatine.

Colombates. Sels formés par la combinaison de l'acide colombique avec une base quelconque.

Colombium, page 194.

Combinaison. Union intime, en vertu de l'attraction chimique, des particules de substances différentes; le composé, résultant de la combinaison, possède des propriétés nouvelles et caractéristiques.

Combustible. Susceptible de combustion.

Combustion. Dégagement simultané de chaleur et de lumière, plus ou moins énergique, qui accompagne la combinaison chimique. C'est d'après l'hypothèse de Lavoisier, que la chaleur et la lumière étaient dues l'une et l'autre au gaz oxigène, contenu dans l'air et autres corps, que l'on avait établi la distinction des corps en *soutiens de combustion* et *combustibles;* cette classification est maintenant inadmissible, car une substance joue souvent les deux rôles, étant dans un cas *soutien de combustion en apparence*, et dans un autre, *combustible.* Mais, dans l'un et dans l'autre cas, la lumière et la chaleur sont dues à la même cause, et indiquent seulement l'énergie et la rapidité avec laquelle l'action réciproque a lieu.

Comminution. Division ou pulvérisation mécanique de diverses substances.

Concentration. Rapprochement des molécules homogènes d'une substance solide ou liquide par l'enlèvement des molécules hétérogènes interposées. L'évaporation de l'eau de cristallisation *concentre* les substances salines; la *concentration* des acides liquides a lieu également par évaporation.

Condensation. Rapprochement des molécules homogènes des fluides aériformes et des gaz par pression mécanique ou par abaissement de température.

Congélation. Solidification des liquides par la perte d'une partie de leur calorique.

Corail. Paraît consister en carbonate de chaux et matière animale, en proportions égales.

Corne. Substance animale principalement composée d'albumine coagulée avec un peu de gélatine et demi pour cent de phosphate de chaux. Mais les cornes du daim et du cerf sont d'une nature différente, comme tenant le milieu entre les os et la corne.

Coton. L'acide nitrique convertit, à l'aide de la chaleur, le coton en acide oxalique.

Coupelle, coupellation. (Voyez *Affinage.*)

Couperose blanche. Anc. — Act. *sulfate de zinc.*

— *bleue.* Anc. — Act. *deutosulfate de cuivre.*

— *verte.* Anc. — Act. *protosulfate de fer.*

Craie. Terre calcaire friable, sous-carbonate de chaux impur.

Crême de tartre. Anc. us. — Act. *tartrate acide de potasse.*

Creusets. Petits cônes tronqués, ouverts à la plus grande base, fermés à la plus petite base, et d'un emploi habituel dans les manipulations chimiques. Il y a des creusets en argile, en verre, en porcelaine, en métal. (Voyez *Laboratoire.*)

Cristal de roche. Anc. us. — Act. *silice pure cristallisée.*

Cristallisation. Disposition naturelle et symétrique des molécules des corps, lorsqu'ils passent avec une lenteur convenable de l'état liquide à l'état solide.

L'eau qui reste interposée entre les molécules des sels cristallisés, et qui devient partie composante des cristaux, se nomme *eau de cristallisation.*

Cristal minéral. Anc. — Act. *nitrate de potasse fondu.*

Cristaux de Vénus. Anc. — Act. *deutacétate de cuivre.*

Crocus. Anc. inus. Oxide métallique de couleur jaunâtre.

Cryophore. Instrument inventé par M. Wollaston, pour démontrer le rapport existant entre l'évaporation à de basses températures et la production du froid.

Cuivre, page 175.

Cuprum ammoniacum. Anc. us. — Act. *sous-sulfate d'ammoniaque et de cuivre.*

Curcuma (*eau de*). Infusion de la racine du *curcuma longa*, plante indigène des Indes orientales; sa couleur jaune est rendue brune par les alcalis.

Cuve (*hydropneumatique*). Caisse en bois remplie d'eau;

Cuve (*hydrargyro-pneumatique*), auge en marbre remplie de mercure, également destinée à recueillir les gaz et les fluides aériformes.

Cyanates. Sels formés par la combinaison de l'acide cyanique avec une base quelconque.

Cyanogène. Combinaison gazeuse particulière de carbone et d'azote; base de l'acide cyanique, *page* 243.

Cyanures. Composés formés par la combinaison du cyanogène avec diverses substances.

D.

Daphnine. Principe amer, découvert, en 1812, par M. Vauquelin, dans l'écorce du *daphne alpina.*

Décantation. Opération qui a pour objet de séparer la portion claire d'un liquide, de la portion trouble qui tient en suspension une matière solide; on peut décanter par succion, à l'aide d'un chalumeau, ou simplement en inclinant doucement le vase qui contient le liquide.

Décoction. Infusion que l'on fait bouillir pour la concentrer.

Décomposition. Séparation, par des moyens chimiques, des élémens ou principes constituans des corps composés.

Décrépitation. C'est le bruit de pétillement et de craquement qui se fait entendre, lorsque certains sels étant chauffés brusquement, il en résulte un écartement violent et une séparation rapide de leurs molécules. Ce sont les sels anhydres qui décrépitent avec le plus d'énergie, et probablement à raison de l'inégale dilatation des lames qui les composent, parce qu'ils sont mauvais conducteurs du calorique.

Déflagration. C'est le bruit particulier de sifflement qui se fait entendre dans la combustion vive du nitrate de potasse mêlé avec une substance inflammable, lorsqu'on expose ce mélange à une chaleur rouge.

Déflegmation. Anc. Enlèvement de l'eau ou de la partie aqueuse de diverses substances.

Déliquescence. Tendance à la liquéfaction. Les sels déliquescens passent de l'état solide à l'état liquide par leur exposition à l'air, à raison de l'eau qu'ils lui enlèvent ou qu'ils absorbent.

Delphine. Substance alcaline découverte par MM. Lassaigne et Fenuelle, dans le *delphinium staphysagria*, sous la forme d'une poudre blanche, qui cristallise lorsqu'elle est humide, mais qui devient opaque par son exposition à l'air; saveur amère et âcre.

Densité. Rapport du poids au volume. Un corps a plus de densité qu'un autre, quand, sous le même volume, il pèse davantage que cet autre. (Voyez *Pesanteur spécifique.*)

Départ. Séparation de l'or par précipitation et à l'aide de réactifs, d'une dissolution dans laquelle il était mêlé avec de l'argent.

Déphlogistiqué. Anc. inus. Dépouillé de phlogistique, privé du principe inflammable.

Dépuration. Séparation des féces ou sédimens d'un liquide, pour obtenir ce liquide à l'état de pureté.

Désoxidé. Privé d'oxigène.

Dessiccation. Opération par laquelle on enlève l'eau à des matières solides.

Détonation. Combustion subite et rapide avec explosion.

Diamant. Carbone pur. (Voyez *Carbone.*)

Diané. Anc. inus. — Act. *argent.*

Digesteur de Papin. Appareil destiné à prévenir toute perte de chaleur par évaporation, et à réduire ainsi promptement en pulpe ou gelée des substances végétales et animales. Le digesteur consiste en une marmite très forte de cuivre ou de fer, hermétiquement fermée par un couvercle de métal, fixé par des vis de pression, et muni d'une petite soupape.

Digestion. Opération par laquelle on expose une substance quelconque à l'action lente d'un dissolvant, en n'aidant cette action que par une douce chaleur.

Distillation. Séparation des parties volatiles d'une substance, de celles qui sont plus fixes. L'alcool est le produit de la distillation de toute substance ayant éprouvé la fermentation vineuse.

Distiller. Elever en vapeur, et, par suite, condenser un liquide, au moyen d'un alambic et de son réfrigérant, ou d'une cornue et de son récipient.

Ductilité. Propriété de certaines substances, et spécialement des substances métalliques, de pouvoir être allongées en fils, ou tirées à la filière, sans se rompre.

Dulcifié. Anc. inus. Acide minéral combiné avec l'alcool.

Dureté. Propriété de certaines substances, et particulièrement des substances métalliques, de résister, sans se rompre, au choc qui tend à les diviser.

E.

Eau. Composé d'oxigène et d'hydrogène unis dans la proportion d'un volume d'oxigène et de deux volumes d'hydrogène.

Un litre d'eau pure pèse un kilogramme, et le poids d'un litre d'eau est 825 fois plus considérable que celui d'un litre d'air atmosphérique. *Page* 229.

— *céleste.* Anc. inus. — Act. *solution d'ammoniure de cuivre.*

— *de cristallisation.* (Voyez *Cristallisation.*)

— *forte.* Anc. us. — Act. *acide nitrique du commerce.*

— *de Luce.* Composé d'ammoniaque et d'huile volatile de succin rectifiée.

— *mère.* Eau qui surnage les cristaux après leur formation; elle contient ordinairement les sels déliquescens et les impuretés de la dissolution saline que l'on a fait cristalliser.

Eaux minérales. Nom générique des eaux naturelles qui tiennent en dissolution des matières minérales, ou qui sont imprégnées de substances gazeuses.

Eau oxigénée. Eau chargée d'oxigène par un procédé chimique découvert par M. Thenard. *Page* 234.

— *Régale.* Anc. us. — Act. *acide hydrochloronitrique.*

— *seconde des graveurs.* Anc. us. — Act. *acide nitrique étendu d'eau.*

— *seconde des peintres.* Anc. inus. — Act. *dissolution de potasse dans l'eau.*

Ebullition. Agitation violente d'un liquide au moment où il est en partie converti en fluide élastique par l'action du calorique. Les molécules les plus voisines de la source du calorique étant converties les premières en un fluide élastique, s'élèvent à travers le liquide sous la forme de bulles d'air, et y produisent une ébullition. Il est remarquable que lorsqu'un liquide a commencé à bouillir, il ne s'échauffe jamais davantage, à quelque forte chaleur qu'il soit exposé; la chaleur alors n'a d'autre effet que de le faire bouillir plus ra-

pidement, mais elle n'en augmente pas la température.

Ecailles de poisson. Consistent dans des couches alternatives de membrane et de phosphate de chaux.

— *de serpent.* Composées d'une membrane de la nature de la corne, sans phosphate calcaire.

Edulcoration. Anc. Lavage à l'eau distillée.

Effervescence. Bouillonnement qui se produit dans les liquides, lorsque quelque partie de la masse, prenant subitement l'état aériforme, s'en échappe, en y formant un grand nombre de bulles.

Efflorescence. Conversion spontanée en une poudre sèche, par l'exposition à l'air. L'efflorescence des corps salins résulte presque toujours de la perte de leur eau de cristallisation.

Elaine. Nom donné par M. Chevreul à l'un des principes immédiats qu'il retira des graisses animales, et qui se maintient liquide à la température de 15° centigrades.

Elasticité. Propriété de certaines substances, et particulièrement des substances métalliques, de céder momentanément à l'action d'une force extérieure, à l'aide d'un changement insensible de figure, et de reprendre, dès que cette force a cessé d'agir, la forme qu'elle leur a fait perdre.

Elastiques (*fluides*). Vapeurs. Les gaz sont des fluides élastiques permanens. (Voyez *Vapeurs.*)

Electives (*attractions*). Anc. — Act. *affinité.*

Electricité, page 90.

— *Excitation électrique*, page 93.

— *Des deux électricités*, page 101.

— *Distribution du fluide électrique*, page 108.

— *Electricité voltaïque*, page 118.

Elémens. Corps simples; principes; parties indécomposées des corps.

— *impondérables*, page 3.

— *pondérables*, page 148.

Eliquation. Séparation, à l'aide de la chaleur, de deux substances dont l'une est sensiblement plus fusible que l'autre.

Elutriation. Décantation employée dans le lavage des mines.

Email. La base de tous les émaux est un verre transparent et fusible.

Emétine. Vomitif puissant; principe immédiat, à l'état de pureté, de la racine d'ipécacuanha.

Emétique. Anc. us. — Act. *tartrate de potasse et d'antimoine.*

Emplâtres. Combinaisons des huiles avec des oxides métalliques.

Empyreume. Odeur particulière qu'exhalent les substances végétales ou animales très fortement chauffées en vaisseaux clos; ou lorsque ces substances étant brûlées dans des circonstances qui empêchent l'air d'avoir accès sur une partie considérable de la masse, il en résulte une combustion imparfaite, ou bien une distillation destructive, ou à feu nu, des parties ainsi recouvertes par le reste de la masse.

Emulsion. Combinaison imparfaite d'huile et d'eau à l'aide d'une substance capable de se combiner avec l'huile et l'eau; cette substance intermédiaire est le plus ordinairement du sucre ou du mucilage.

Eolypile. Boule de métal ou de verre, garnie d'un bec recourbé qui a une ouverture très étroite. En faisant chauffer cette boule, après l'avoir remplie à moitié d'eau, la vapeur d'eau en sort avec un souffle assez violent pour déterminer un courant d'air capable d'augmenter l'intensité du feu sur lequel on fait agir l'éolypile.

Épiderme. Si l'on fait macérer la peau humaine dans l'eau chaude, elle se sépare en deux parties, le *derme* ou vraie peau, *cutis;* et l'épiderme, membrane qui recouvre le derme. L'action continuée de l'eau chaude dissout à la longue le derme, mais sans affecter l'épiderme, que n'attaque pas non plus l'alcool, et qui ressemble à de l'albumine coagulée.

Éponge. Fournit à l'analyse les mêmes principes que les substances animales en général.

Epsom (sel d') Anc. us. — Act. *sulfate de magnésie.*

Équivalens (chimiques). Mot introduit dans la chimie, par le docteur Wollaston, pour exprimer le système des proportions définies, dans lesquelles les corps infiniment petits se combinent réciproquement, en les rapportant tous à un corps commun, que l'on prend pour unité. (Voyez *Atomes.*)

Esprit. Anc. Fluide volatil recueilli par distillation.

Esprit de mindérérus. Anc. — Act. *acétate d'ammoniaque.*

— *de nitre fumant.* Anc. — Act. *acide nitreux.*

— *pyro-acétique.* Liquide inflammable particulier, produit par la distillation lente des acétates métalliques.

— *de sel ammoniac.* Anc. — Act. *ammoniaque.*

— *de sel marin.* Anc. — Act. *acide hydrochlorique.*

— *de soufre.* Anc. — Act. *acide sulfurique.*

— *d'urine.* Anc. inus. — Act. *ammoniaque.*

— *de vin.* Anc. us. — Act. *alcool.*

Essai. Analyse partielle d'un échantillon de minerai; son objet est de déterminer simplement la quantité du métal que l'on cherche. Par l'analyse complète d'une mine, on parvient à déterminer non seulement sa nature, mais encore les proportions de tous les corps qui peuvent s'y trouver unis ou mélangés ; tandis que par un essai, on n'a pour but que de reconnaître combien, dans une quantité déterminée de la matière soumise à l'examen, il peut exister du métal particulier dont on fait la recherche.

Essences. Huiles volatiles ou essentielles, obtenues par distillation des substances végétales odoriférantes.

Étain, page 178.

Étamage. Opération qui a pour but de recouvrir d'étain la surface d'un métal qui est le plus ordinairement le cuivre. L'étamage des glaces se fait avec un amalgame d'étain.

Éther. Fluide très volatil, produit par la distillation de l'alcool avec un acide.

— *muriatique.* Anc. us. — Act. *hydrochlorique.*

— *vitriolique.* Anc. us. — Act. *éther sulfurique.*

Éthiops martial. Anc. us. — Act. *deutoxide de fer.*

— *minéral.* Anc. us. — Act. *sulfure noir de mercure.*

Évaporation. Opération qui consiste ordinairement à appliquer la chaleur à une substance composée quelconque, dans la vue d'en chasser les parties volatiles. Elle diffère de la distillation en ce qu'elle a pour but principal de conserver les parties les plus fixes, tandis que les substances volatiles sont dissipées ou perdues : les vaisseaux dont on fait usage sont par conséquent différens, l'évaporation se faisant ordinairement dans des vaisseaux ouverts, peu profonds, tandis que la distil-

lation a lieu dans un appareil qui n'a point de communication avec l'air extérieur.

Euchlorine. Protoxide de chlore, *page* 236.

Eudiomètre (*de Priestley*). Instrument destiné à reconnaître la pureté de l'air, ou plutôt la quantité d'oxigène contenue dans un volume donné de fluide élastique. (Voyez *Air atmosphérique*, page 219.)

Eudiomètres (*de Volta, de M. Hope, du docteur Ure, etc.*). Instrumens destinés à l'analyse des gaz ou fluides élastiques permanens, et spécialement de l'air atmosphérique.

Excrémens de l'homme. Cent parties consistent, suivant M. Berzélius, en 73,3 eau; 7,00 débris végétaux et animaux; 0,9 bile; 0,9 albumine; 2,7 matière extractive particulière; 1,2 sels; 14,00 matière visqueuse composée de picromel, de matière animale particulière, et de résidu insoluble.

Expansion. Accroissement de volume par augmentation de calorique.

Extractif (*matière extractive*). Substance particulière que l'on suppose être un des matériaux immédiats des végétaux, et le même dans tous, lorsqu'il a été séparé de tout mélange étranger; on admet seulement que les proportions de ses principes constituans peuvent varier.

Extrait. Résidu d'une décoction.

— *de saturne.* Anc. us. — Act. *solution concentrée de sous-acétate de plomb.*

Extrait savonneux de l'urine. Anc. — Act. *Urée.*

F.

Fer, page 176.

Fermentation. Mouvement particulier, et changement spontané qu'éprouvent les combinaisons aqueuses de matières animales ou végétales, par leur exposition aux températures ordinaires de l'air atmosphérique.

Lorsque les liquides animaux ou végétaux s'aigrissent promptement, l'acte qui donne lieu à cette altération s'appelle *fermentation acéteuse*, parce que le produit est, généralement parlant, l'acide acétique ou vinaigre.

Lorsqu'une dissolution modérément forte de matière de nature sucrée, ou de cette matière et d'amidon, ou de jus sucré de fruit, éprouve ce changement intestin,

le résultat est un liquide enivrant, vin ou bière ; et de là le changement qui se distingue par le nom de *fermentation vineuse.*

On donne le nom de *fermentation putride* à un changement ultérieur, dont presque toute matière animale et végétale humide est susceptible, et qui s'opère avec dégagement d'une grande quantité de gaz fétides.

Ferrocyanates. Sels formés par la combinaison de l'acide ferrocyanique avec une base quelconque.

Fibrine. Composé organique particulier. C'est la substance blanche fibreuse qui reste après le lavage complet du caillot du sang.

Filtration. Opération par laquelle on sépare mécaniquement d'un liquide les particules ayant de la consistance, qui s'y trouvent à l'état de simple mélange.

Le filtre le plus ordinaire consiste dans une feuille de papier non collé, pliée de manière à fournir des angles alternativement saillans et rentrans, qui l'empêchent d'adhérer aux parois de l'entonnoir où le filtre est posé.

Le sable, le charbon, le verre pilé, la toile, le coton, etc., et diverses autres substances s'emploient également comme filtres dans certains cas particuliers.

Fixité. Propriété que des corps ont de résister à l'action de la chaleur, de manière à ne pas s'élever en vapeur.

Fleurs. Dénomination ancienne et générale des corps ayant pris par sublimation la forme pulvérulente.

— *d'antimoine.* Anc. — Act. *protoxide d'antimoine sublimé.*

— *de benjoin.* Anc. — Act. *acide benzoïque sublimé.*

— *martiales.* Anc. — Act. *hydrochlorate de fer.*

— *de soufre.* Anc. — Act. *soufre sublimé.*

— *de zinc.* Anc. — Act. *oxide de zinc sublimé.*

Fluates. Sels formés par la combinaison de l'acide fluorique avec une base quelconque.

Fluidité. État des corps dont les parties se meuvent librement et facilement entre elles dans toutes les directions. Les solides sont convertis en fluides en se combinant avec une certaine portion de calorique.

Fluoborates. Sels formés par la combinaison de l'acide fluoborique avec une base quelconque.

Fluor. Base supposée de l'acide fluorique, jusqu'à présent indécomposé, *page* 154.

Flux. Toute substance, simple ou mélangée, nécessaire pour faciliter la fusion de minéraux.

— *blanc.* Mélange de parties égales de nitrate de potasse et de tartrate acide de potasse dont on a opéré la déflagration dans un creuset.

— *noir.* Mélange d'une partie de nitrate de potasse et de deux parties de tartrate acide de potasse dont on a opéré la déflagration dans un creuset.

Foie d'antimoine. Mélange de parties égales de nitrate de potasse et de sulfure d'antimoine dont on a opéré la déflagration dans un creuset.

— *de soufre alcalin.* Anc. — Act. *sulfure alcalin de potasse ou de soude.*

Formiates. Sels formés par la combinaison de l'acide formique avec une base quelconque.

Fourneau (*de forge*). Il consiste dans un foyer sur lequel le feu est activé au moyen d'un vaste soufflet.

Fourneaux. Nom générique des ustensiles ou appareils dans lesquels on se sert de feu pour développer une chaleur plus ou moins intense. (Voyez *Laboratoire.*)

Fritte. Masse calcinée des matières de verre qui n'ont pas été chauffées de manière à les mettre en fusion.

Froid. Privation ou absence de chaleur. (Voyez *Calorique*, pages 22 à 25.)

Fuligineux. Ayant la propriété et l'apparence de la fumée : les vapeurs opaques, qui ont de la tendance à s'appliquer sur les corps, en les enveloppant d'une poussière de couleur noire, sont des vapeurs fuligineuses.

Fulmination. Explosion instantanée et semblable à celle de la foudre, à laquelle donne lieu la décomposition brusque de diverses combinaisons chimiques.

Fungine. Nom donné par M. Braconnot, à la substance charnue de champignons, dépouillée par l'alcool et par l'eau de toute matière soluble.

Fusibilité. Propriété des corps solides de passer à l'état liquide par l'application de la chaleur.

Fusion. Etat d'un corps liquéfié : liquéfaction d'un corps.

G.

Gaïac. Substance d'un aspect résineux, que l'on extrait du bois très dense du *guiacum officinale*, arbre des Indes orientales ; distillée en vaisseaux clos, elle laisse 30,5 pour cent de charbon, ce qui est à peu près le double de ce que fournit un poids égal des résines ordinaires.

Galène. Anc. — Act. *sulfure de plomb.*

Gallates. Sels formés par la combinaison de l'acide gallique avec une base quelconque.

Galles. (Voyez *Acide gallique*, page 269.)

Galvanisme. (Voyez *Électricité*, pages 90 à 108.)

Gangue. Matrice de la mine ; croûte pierreuse qui enveloppe le sillon métallique d'une mine.

Gaz. Fluides élastiques, simples ou composés, permanens sous la pression et avec la température atmosphérique. A l'aide d'une pression suffisante, plusieurs gaz peuvent être liquéfiés, ainsi que l'ont prouvé les expériences récentes de M. Faradai. M. Perkins a découvert que l'on réduisait à l'état liquide l'air atmosphérique, en le soumettant à une pression de mille atmosphères, et que le liquide restait sous cette forme pendant quelques instans après avoir supprimé la pression.

Ainsi les gaz ne diffèrent des vapeurs que par le degré de pression ou de refroidissement auquel leur liquéfaction a lieu. (Voyez *Vapeur.*)

Gazeux. Ayant la propriété et l'apparence du gaz.

Gaz hydrogène sulufré. Anc. us. — Act. *gaz acide hydrosulfurique.*

— *inflammable.* Anc. us. — Act. *gaz hydrogène.*

— *inflammable des marais.* Anc. — Act. *hydrogène protocarboné.*

— *hépatique.* Anc. — Act. *gaz acide hydrosulfurique.*

— *nitreux.* Anc. us. — Act. *deutoxide d'azote.*

— *déphlogistiqué.* Anc. inus. — Act. *gaz oxigène.*

Gélatine. Gelée animale, susceptible de prendre par refroidissement une consistance élastique, et de se liquéfier de nouveau par l'augmentation de la température, ce qui la distingue entièrement de l'albumine, qui acquiert de la consistance par la chaleur. La gélatine existe

principalement dans les tendons et la peau des animaux.

Gemmes. Pierres précieuses.

Gemme (sel). — Mine de sel marin (hydrochlorate de soude) à l'état solide.

Géodes. Croûte pierreuse dont l'intérieur est ordinairement tapissé de cristaux.

Germination. Développement vital d'une semence dès qu'elle commence à germer.

Glauber (sel de). ANC. US. — ACT. *sulfate de soude natif.*

Glucine. ANC. US. — ACT. *oxide de glucinium*, page 213.

Glucinium. Base de la glucine; métal que l'on n'a pu réduire jusqu'à présent, à raison de son affinité pour l'oxigène, page 212.

Gluten. Substance visqueuse végétale, qui ressemble un peu à la gélatine. C'est le gluten qui donne à la farine la propriété de former avec l'eau une pâte propre à faire de bon pain.

Gommes. Exsudations mucilagineuses de certains arbres.

Gomme élastique. (VOYEZ *Caoutchouc.*)

Graineur. Bain de tanneur, composé de fiente de pigeons et d'eau, dans lequel on fait macérer les peaux pour leur donner le grain.

Graisse. Produit important et bien connu d'animalisation, qui, suivant M. Chevreul, est composé d'*élaine* et de *stéarine.* (VOYEZ *Elaine*, *Stéarine.*)

Granulation. Opération au moyen de laquelle on réduit une substance en grenaille. La granulation la plus simple des métaux, consiste à jeter dans l'eau le métal en fusion. La granulation du plomb de chasse s'opère en faisant passer le métal fondu à travers un crible suspendu à une très grande élévation (25 à 40 mètres), au-dessus du bassin d'eau dans lequel les grains tombent arrondis par leur chute.

Gras des cadavres. (VOYEZ *Adipocire.*)

Gravité. Cause en vertu de laquelle les corps tendent à se mouvoir les uns vers les autres. C'est en conséquence de la gravité ou pesanteur que les corps tombent ou tendent vers la terre.

Gravité. Spécifique. (VOYEZ *Pesanteur spécifique.*)

Grillage, page 359.

Griller. Débarrasser le minerai des substances volatiles, avec lesquelles il se trouve combiné dans la mine.

Grillage. Opération de griller.

Gypse. ANC. US. — ACT. *sulfate de chaux natif*.

H.

Hématine. Principe colorant du bois de campêche.

Hépar. ANC. INUS. Sulfure dont la couleur rouge brun a quelque ressemblance avec celle du foie des animaux.

Hermétiquement (fermé). Exactement fermé; de manière que l'air n'y peut avoir accès. Les alchimistes, qui attribuaient à Hermès ou Mercure l'invention de l'alchimie, disaient qu'un tube dont ils fermaient l'extrémité en fondant le verre à l'aide du chalumeau, était fermé hermétiquement.

Homberg (phosphore de). ANC. INUS. — ACT. *hydrochlorate de chaux fondu*.

Huile. Les caractères distinctifs de l'huile sont l'inflammabilité, l'insolubilité dans l'eau et la fluidité, du moins à une température modérée.

Huile animale DE DIPPEL. S'obtient de la décomposition, au moyen du feu, de cornes dans une cornue.

Huile de tartre par défaillance. ANC. — ACT. *potasse en déliquescence*.

Huile de vitriol. ANC. US. — ACT. *acide sulfurique*.

Hydrate. Composé chimique d'un corps avec l'eau, en proportions définies.

Hydriodates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydriodique avec une base quelconque.

Hydrochlorates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydrochlorique avec une base quelconque.

Hydrocyanates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydrocyanique avec une base quelconque.

Hydroferrocyanates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydroferrocyanique avec une base quelconque.

Hydrogène, page 155.

— Préparation, *page* 155.

— Propriétés, *page* 156.

Hydrogène sulfuré. ANC. US. — ACT. *acide hydrosulfurique*.

Hydromètre. Instrument destiné à reconnaître la pesanteur spécifique des liquides. Il existe un grand nombre d'hy-

dromètres, parmi lesquels on cite particulièrement ceux de Baumé et de Fahrenheit.

Hydroséléniates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydrosélénique avec une base quelconque.

Hydrosulfates. Sels formés par la combinaison de l'acide hydrosulfurique avec une base quelconque.

Hydrosulfures. Anc. us. — Act. *hydrosulfates.*

Hygromètre. Instrument destiné à reconnaître l'humidité des corps en général, et spécialement le degré d'humidité de l'air atmosphérique.

Hygroscope. Variété d'hygromètre perfectionnée par M. Leslie.

Hyosciama. Substance alcaline, vénéneuse, retirée, par le docteur Brande, de l'*hyosciamus niger,* ou *jusquiame;* cristallise en longs prismes.

Hyper-oxigéné (*sur-oxigéné*). Anc. — Combiné avec une grande quantité d'oxigène.

I.

Ignition. Incandescence d'un corps, produite par des moyens extérieurs et sans que la constitution chimique du corps soit changée en aucune manière.

Incandescence. Apparence lumineuse et colorée des corps que l'on chauffe fortement.

Incinération. Réduction en cendres par la combustion.

Indigo, substance colorante bleue, extraite d'une plante connue sous le nom d'*anil,* d'*indigofère* et d'*indigo;* consiste, sur 100 parties, en 46 oxigène; 40 carbone; et 14 azote environ, sans aucune trace d'hydrogène.

Inflammation. Combustion d'une substance gazeuse.

Insolation. Inus. — Exposition aux rayons du soleil.

Intermède. Substance intermédiaire. (Voyez *Émulsion.*)

Iodates. Sels formés par la combinaison de l'acide iodique avec une base quelconque.

Iode, page 153.

— Préparation, *page* 153.

— Propriétés, *page* 154.

Iodures. Composés résultant de la combinaison de l'iode avec certaines substances.

Iridium, page 196.

Ivoire. Substance qui tient le milieu entre l'os et la corne; consiste, sur 100 parties, en 24 gélatine; 64 phosphate

de chaux, 0,1 carbonate de chaux, d'après l'analyse de Mérat-Guillot.

J.

Jalap. Racine du *convolvulus jalappa ;* consiste en résine, extrait, amidon et fibre ligneuse, dont les proportions varient considérablement suivant les variétés différentes de cette racine.

Jupiter. ANC. INUS. — ACT. *étain.*

K.

Kali. ANC. INUS. — Plante dont on retire la soude.

Kaolin. Terre blanche et friable; argile à porcelaine. (VOYEZ *Petunzé.*)

Kelp. Soude impure.

Kermès minéral. ANC. US. — ACT. *sous-hydrosulfate de protoxide d'antimoine.*

Kinates. Sels formés par la combinaison de l'acide kinique avec une base quelconque.

Koumiss. Liqueur vineuse que les Tartares préparent avec du lait de jument fermenté.

L.

Laboratoire. Atelier du chimiste; lieu convenablement disposé et pourvu des appareils et ustensiles nécessaires aux opérations chimiques. Il faut que l'air y ait un libre accès et qu'il soit même construit de manière qu'au moyen de deux ou d'un plus grand nombre d'ouvertures opposées, il s'y établisse un courant d'air pour chasser toute vapeur ou poussière nuisible.

L'âtre de la cheminée du laboratoire doit être à hauteur d'appui, et la hotte assez élevée pour qu'on puisse manipuler commodément. On facilite le tirage de la cheminée par le rétrécissement de la hotte à sa partie supérieure et par un fourneau d'appel que l'on construit sous l'âtre.

Indépendamment des fourneaux pratiqués dans le massif de l'âtre de la cheminée, et à l'un desquels doit s'adapter un alambic, le laboratoire doit être garni de fourneaux portatifs de toute espèce. Ces fourneaux

sont mêmes les seuls nécessaires dans un petit laboratoire, dont les autres objets essentiels sont les suivans : (*Voyez la planche.*)

Une grande table et une table de dimension moyenne avec porphyre ou pierre à broyer et sa molette; plusieurs mortiers de fer, de verre, d'agate, avec leurs pilons.

Une petite enclume de serrurier; quelques étaux à main; marteaux, limes, scies à main, râpes, etc.

Deux balances, dont une d'essai avec plateaux de rechange en cristal, d'une justesse et d'une sensibilité aussi grande que possible, garnies chacune d'un assortiment complet de poids.

Une cuve hydropneumatique et une cuve hydrargyro-pneumatique.

Des étagères garnies de cornues en verre et en grès; de creusets, de matras, de ballons, de récipiens, cloches, tubes droits et recourbés, chalumeaux, spatules, bouchons et liége de toute dimension, papier à filtrer, colle, lut, etc. Réactifs de toute espèce, etc.

La méthode, l'arrangement et la propreté sont essentiellement nécessaires dans un laboratoire de chimie.

Lactates. Sels formés par la combinaison de l'acide lactique avec une base quelconque.

Laine philosophique (LANA PHILOSOPHICA). ANC. INUS. — ACT. *oxide de zinc sublimé.*

Lampe d'Argand. Lampe établie sur le principe d'un fourneau à vent. Elle produit ainsi beaucoup de lumière et de chaleur, sans fumée.

Lampe de sûreté. Instrument propre à prévenir l'inflammation du gaz dans les mines. Elle se compose :

1°. D'un réservoir de laiton contenant l'huile, percé près de son centre, pour recevoir un tube vertical étroit, que remplit presque un fil recourbé en haut, qui sert à ajuster et à disposer la mèche convenablement sur le conduit où elle doit brûler.

2°. Du bord métallique sur lequel le couvercle en toile métallique est fixé, et qui est adapté au réservoir, au moyen d'une vis mobile.

3°. D'une ouverture destinée à fournir le réservoir

d'huile, ajustée avec une vis ou un bouchon de liége, en communication par un tube avec le fond du réservoir, et ayant une ouverture au centre pour la mèche.

4°. Du cylindre en toile métallique, devant avoir environ 600 ouvertures par centimètre carré.

5°. D'un second sommet à un centimètre environ au-dessus du premier, surmonté d'une plaque de laiton ou de cuivre à laquelle est fixé l'anneau de suspension.

6°. De quatre ou six fils épais placés verticalement, joignant par-dessous le réservoir, et servant de défense aux colonnes, ou piliers entourant la cage.

Laiton. Alliage de cuivre et de zinc.

Lait. 1000 parties consistent, suivant M. Berzélius, en 928,75 eau; 28,00 caillé avec un peu de crême; 35 sucre de lait; 1,70 hydrochlorate de potasse; 0,25 phosphate de potasse; 6,00 acide mucique, acétate de potasse avec trace de lactate de fer; 9,30 phosphate terreux.

Laques. Nom générique des couleurs formées en précipitant la matière colorante de la cochenille et de certains végétaux, au moyen de l'alumine et des oxides d'étain ou de zinc. Presque toutes les matières colorantes végétales peuvent être précipitées en laques, au moyen d'alun ou d'oxide d'étain.

Larmes. Les parties constituantes de ce fluide particulier destiné à lubréfier l'œil sont de l'eau, du mucus, de l'hydrochlorate de soude, de la soude, du phosphate de chaux, du phosphate de soude.

Lessivage. Lavage. Opération qui consiste à traiter avec de l'eau les résidus fixes de corps, dans la vue d'en extraire les parties salines.

Lévigation. Réduction des substances dures, en poudre, à l'aide du porphyre et de la molette.

Libavius (*liqueur fumante de*). Anc. — Act. *deutochlorure d'étain.*

Liquation Séparation, à l'aide de la fusion, des composés d'un alliage.

Liquéfaction. Passage de l'état solide à l'état liquide.

Liqueur des cailloux. Anc. — Act. *solution de potasse silicée.*

Litharge. Anc. us. — Act. *protoxide de plomb fondu.*

Lithine. Anc. us. — Act. *oxide de lithium*, page 204.

Lithium, page 204.

Lixivium. Dissolution obtenue par le lessivage.

Lumière, page 3.

— Puissance moyenne de réfraction et de dispersion, *page* 6.

— Action des différentes couleurs du prisme sur la matière chimique, *page* 10.

— Polarisation, *page* 16.

— Production de la lumière et phosphorescence, *page* 18.

Lunaire (*caustique*). Anc. inus. — Act. *nitrate d'argent fondu.*

Lune. Anc. inus. — Act. *argent.*

Lune cornée. Anc. — Act. *chlorure d'argent.*

Lut. On fait usage, pour fermer les joints des vaisseaux, de luts de différentes espèces, suivant la nature des opérations à faire, et celle des substances à distiller dans ces vaisseaux.

Lorsqu'il ne s'agit que de contenir des vapeurs non corrosives de liqueurs aqueuses, il suffit d'entourer les joints du récipient au bec de l'alambic ou de la cornue, avec des bandes de papier ou de toile qu'on recouvre avec de la pâte faite de fleur de farine. Dans des cas semblables, des bandes de vessie mouillées sont d'un emploi très convenable.

Lorsque les vapeurs à contenir sont, par leur nature, plus pénétrantes et capables de dissoudre, il faut faire emploi d'un lut de chaux vive, éteinte à l'air et battue en une pâte liquide avec des blancs d'œufs. Après avoir étendu cette pâte sur des bandes de toile, on l'applique exactement aux joints des vaisseaux.

Enfin, lorsque ce sont des vapeurs acides et corrosives qui doivent être contenues, il faut avoir alors recours au *lut gras*. Pour le préparer, on met à l'état de pâte, de l'argile séchée, réduite en poudre fine, passée au tamis de soie et humectée avec de l'eau; on bat bien ensuite cette pâte dans un mortier avec de l'huile de lin bouillie et rendue siccative. On recouvre le lut gras, pour le maintenir, d'un lut de blancs d'œufs et de chaux.

M.

Macération. Opération qui consiste à laisser tremper un corps dans une liqueur froide.

Madrépores. Consistent en carbonate de chaux avec un peu d'une substance animale membraneuse.

Magistère. ANC. INUS. — Précipité métallique.

Magistère de bismuth. ANC. — ACT. *précipité* composé d'oxide de bismuth et d'acide nitrique. On l'obtient en ajoutant de l'eau à la dissolution de bismuth dans l'acide nitrique.

Magnésie. ANC. US. — ACT. *oxide de magnésium*, page 210.

Magnésium. Base de la magnésie. Métal que l'on n'a pu réduire facilement jusqu'à présent à cause de son affinité pour l'oxigène, *page* 210.

Magnétisme, page 146.

Malachite. Mine de carbonate de cuivre.

Malates. Sels formés par la combinaison de l'acide malique avec une base quelconque.

Malléabilité. Propriété de s'aplatir, de s'étendre sans se rompre, sous le marteau ou sous le laminoir.

Manganèse, page 186.

Manipulations. Dispositions des appareils pour une opération chimique.

Manomètre. Instrument destiné à mesurer la raréfaction de l'air sous la machine pneumatique.

Mannite. Sucre particulier provenant de la manne.

Margarates. Sels formés par la combinaison de l'acide margarique avec une base quelconque.

Margarine. ANC. — ACT. *acide margarique*.

Marmor metallicum. ANC. INUS. — ACT. *sulfate de barite natif*.

Mars. ANC. INUS. — ACT. *fer*.

Martiales. ANC. INUS. — Préparations de fer.

Massicot. ANC. — ACT. *protoxide de plomb en poudre*.

Matière colorante du bleu de Prusse. ANC. — ACT. *acide hydrocyanique*.

Matras. Ballon en verre, à long col, ou à col recourbé avec tubulure.

Matrice. Couche terreuse ou pierreuse qui accompagne les mines ou qui les enveloppe dans la terre.

Matte. Masse de métal qui se sépare des scories à la première fonte, dans le travail des mines.

Mellitates. Sels formés par la combinaison de l'acide mellitique avec une base quelconque.

Menstrue. Dissolvant.

Mercure, page 174.

Mercure doux. Anc. us. — Act. *protochlorure de mercure.*

Métallurgie. Art de traiter en grand les mines, d'en retirer les métaux et de les purifier.

Métaux. Classe nombreuse de corps que la chimie n'a point encore décomposés; ils se distinguent par les caractères généraux suivans :

1°. Les métaux ont un éclat particulier, qu'ils conservent dans leur raclure, et même dans leurs plus petits fragmens.

2°. Ils sont fusibles par la chaleur; et continuent dans leur état de fusion à jouir de leur éclat et de leur opacité.

3°. Tous, à l'exception du sélénium, sont d'excellens conducteurs de l'électricité et du calorique

4°. Beaucoup d'entre eux peuvent s'étendre sous le marteau, et on les appelle malléables; ou ils peuvent être étendus en feuilles sous des laminoirs, et sont appelés laminables; ou ils se laissent tirer en fils, et sont appelés ductiles. Cette faculté d'extension dépend, jusqu'à un certain point, d'une ténacité particulière aux métaux, et qui existe dans les diverses espèces à des degrés de force très différens.

5°. Quand on soumet à l'action de l'électricité leurs combinaisons salines, les métaux se portent au pôle négatif ou résino-électrique.

6°. Quand on les expose à l'action de l'oxigène, du chlore ou de l'iode, à une température élevée, ils prennent feu, en général; et en se combinant avec l'un ou l'autre de ces trois dissolvans élémentaires, en proportions définies, ils sont convertis en corps d'apparence terreuse ou saline, privés d'éclat et de ductilité, qu'on nomme oxides, chlorures ou iodures.

7°. Tous les métaux, à l'état de fusion, sont susceptibles de se combiner entre eux, dans presque toute proportion, et constituent ainsi la classe importante des alliages métalliques, qui conservent leur éclat caractéristique et leur ténacité.

8°. C'est à raison de leur éclat réuni à leur opacité, qu'ils réfléchissent la plus grande partie de la lumière qui tombe sur leur surface, et qu'ils forment d'excellens miroirs.

9°. La plupart des métaux se combinent en proportions définies avec le soufre et le phosphore, formant ainsi des corps qui ont souvent un demi-aspect métallique; d'autres s'unissent avec l'hydrogène, le carbone et le bore, en donnant naissance à des composés particuliers, gazeux ou solides.

10°. Il est un grand nombre de métaux qui sont susceptibles, avec des précautions convenables, de prendre la forme de cristaux, et ces cristaux sont le plus généralement des cubes ou des octaèdres.

Météorolite, pierre *météorique.* Composée de matières métalliques et terreuses, d'une composition et d'un aspect particulier, qui tombent quelquefois de l'atmosphère, en s'échappant ordinairement du sein d'un météore lumineux.

Miasmes. Vapeurs ou émanations délétères.

Miel. Paraît consister dans du sucre, du mucilage et un acide.

Milieu. Corps qui livre passage aux autres ou qui les environne. L'air atmosphérique est le milieu dans lequel nous vivons.

Minéral. Solide extrait du sein de la terre, au moyen des mines; et, par extension, cette dénomination comprend toute espèce de substance inorganique.

Minéralisateurs. Combinés avec les métaux dans les mines.

Minéralogie. Partie de l'histoire naturelle; science qui comprend le règne minéral.

Mines. Corps minéraux dont on extrait les métaux.

Mine de plomb. Anc. us. — Act. *percarbure de fer.*

— *de plomb rouge.* Anc. — Act. *chromate de plomb.*

Minium. Anc. us. — Act. *oxide rouge ou deutoxide de plomb, mêlé de protoxide.*

Mofette atmosphérique. Anc. inus. — Act. *azote.*

Mofettes. Fluides élastiques permanens qui se dégagent des mines en exhalaisons délétères.

Molécules. Particules élémentaires des corps. (Voyez *Atomes.*)

Molybdates. Sels formés par la combinaison de l'acide molybdique avec une base quelconque.

Molybdène, page 192.

Mordans. Intermèdes qui servent à fixer les couleurs sur les étoffes.

Morphine. Substance alcaline retirée de l'opium; très vénéneuse; cristallise. Ses élémens sont, suivant le docteur Thomson, 0,06 hydrogène; 0,45 carbone, et 0,49 oxigène environ.

Mort aux rats. Anc. — Act. *deutoxide d'arsenic.*

Mortier. L'ouverture du mortier à triturer doit être plus grande que le fond, et ses bords légèrement évasés en tulipe, afin que les matières qu'on y triture retombent au fond et soient constamment soumises au choc du pilon.

Moufle. Petit four de terre. La moufle se fixe dans le fourneau, et l'on s'en sert pour la coupellation.

Mucates. Sels formés par la combinaison de l'acide mucique avec une base quelconque.

Mucilage. Dissolution aqueuse de gomme.

Mucus. Fluide animal particulier, distinct de la gomme et de la gélatine, suivant le docteur Bostock. Cependant la gomme paraît ressembler au mucus dans toutes ses propriétés.

Muriates. Anc. — Act. *hydrochlorates.*

— *secs.* Anc. — Act. *chlorures.*

— *hyperoxigénés* ou *sur-oxigénés.* Anc. — Act. *chlorates.*

Muriate de mercure doux. Anc. — Act. *protochlorure de mercure.*

Myricine. Partie de la cire qui reste après sa digestion dans l'alcool.

Myrrhe. Gomme-résine; 100 parties consistent, suivant M. Braconnot, en 33,68 résine contenant un peu d'huile volatile; 66,32 gomme.

N.

Nacre de perles. 100 parties consistent, suivant Hatchett, en 24 albumine coagulée; 76 carbonate de chaux.

Naphte. 100 parties consistent en 85 carbone; 13 hydrogène; 2 oxigène, avec trace de soufre.

Natron. Anc. inus. — Act. *carbonate de soude du commerce.*

Neutralisation. Etat d'un mélange dans lequel les propriétés particulières des parties constituantes disparaissent réciproquement. Cette propriété, commune à un grand nombre de corps, se manifeste le plus forte-

ment dans les combinaisons des acides et de leurs bases.

Nihil album. ANC. INUS. — ACT. *oxide de zinc sublimé.*

Nickel, page 180.

Nitrates. Sels formés par la combinaison de l'acide nitrique avec une base quelconque.

Nitre. ANC. US. — ACT. *nitrate de potasse.*

— *inflammable.* ANC. INUS. — ACT. *nitrate d'ammoniaque.*

Nitrogène. ANC. — ACT. *azote.*

Nomenclature (*chimique*). Dénomination méthodique des corps, et indicative de leurs propriétés chimiques.

Dans la nomenclature française, devenue aujourd'hui la langue universelle de la chimie, et dont nous allons faire connaître les principes généraux, tous les corps sont divisés en deux branches principales, *corps simples*, *corps composés*. Les corps simples ou élémens ont en général une étymologie grecque ou latine; quelques uns cependant ont conservé une dénomination ancienne et insignifiante. Pour désigner un corps composé, on réunit, en les abrégeant, les noms de ses élémens en une seule dénomination, dont la terminaison varie suivant la nature du composé.

— *Composé* ACIDE. Sa dénomination *acide*, suivie du nom de son *radical* ou base acidifiable, est terminée en *ique* ou en *eux*, suivant le plus ou moins d'énergie du *principe acidifiant*. Si l'oxigène n'est pas le principe acidifiant, le nom du radical est précédé de la dénomination abrégée du principe acidifiant, exemples :

Acide sulfurique. Composé acide du *radical* soufre et du *principe acidifiant* oxigène.

Acide sulfureux. Composé acide du *radical* soufre et du *principe acidifiant* oxigène, en moindre quantité que dans l'acide sulfurique.

Acide hydrosulfurique. Composé acide du *radical* soufre et du *principe acidifiant* hydrogène.

Acide hydriodique. Composé acide d'hydrogène et d'iode.

— *Composé* OXIDE. Sa dénomination *oxide*, spécifiant la présence de l'oxigène sans acidification, est précédée des abréviations *prot*, *deut*, *per*, indicatives de la quantité plus ou moins petite d'oxigène, et suivie du nom de la base oxidée, exemples :

Protoxide de plomb. Oxide de plomb avec la plus petite quantité possible d'oxigène.

Deutoxide de plomb. Oxide de plomb avec plus d'oxigène que le protoxide.

Peroxide de plomb. Oxide de plomb avec la plus grande quantité possible d'oxigène.

— *Composé* SEL. Sa dénomination est formée du nom de l'*acide* terminé en *ate* ou en *ite* (suivant que ce nom lui-même est en *ique* ou en *eux*), suivi du nom de la base, exemples :

Phosphate de chaux. Sel formé d'*acide phosphorique* et de chaux.

Phosphite de chaux. Sel formé d'*acide phosphoreux* et de chaux.

Lorsque la base d'un sel est un oxide, on conserve à l'oxide son abréviation spéciale, *prot*, *deut*, *per*; *protosulfate de fer*, sel formé d'*acide sulfurique* et de *protoxide de fer*; *persulfate de fer*, sel formé d'*acide sulfurique* et de *peroxide de fer*.

— *Combinaison* (solide ou liquide, ni acide, ni oxide, ni sel); sa dénomination, réunissant les noms des composans, se termine en *ure*, exemples :

Sulfure de phosphore. Combinaison de soufre et de phosphore.

Phosphure d'antimoine. Combinaison de phosphore et d'antimoine.

Chlorure d'argent. Combinaison de chlore et d'argent.

— *Combinaison* (gazeuse ou acide). Sa dénomination réunissant les noms des composans, se termine en *é*, exemple :

Hydrogène carboné. Combinaison d'hydrogène et de carbone.

O.

Ocre. Combinaison naturelle d'alumine et d'oxide de fer.

Œufs. La coquille consiste en carbonate de chaux, phosphate de chaux, gélatine, eau et membrane animale; le blanc en albumine, et le jaune en huile grasse unie à une matière séreuse, qui le rend susceptible d'être tenu en suspension dans de l'eau froide, sous la forme d'une émulsion, et pouvant être rendu concret par la chaleur.

Oléates. Sels formés par la combinaison de l'acide oléique avec une base quelconque.

Oléfiant (gaz). ANC. US. — ACT. *hydrogène bicarboné.*

Oléo-saccharum. Mélange d'huile et de sucre.

Opaque. Imperméable à la lumière. L'opacité d'un corps ne permet pas à la lumière de le traverser.

Opium. (VOYEZ *Morphine.*)

Opodeldoch. Dissolution de savon dans l'alcool, avec addition de camphre et d'huiles volatiles.

Or, page 171.

— *mussif.* ANC. — ACT. *deutosulfure d'étain.*

Oricalchum. ANC. INUS. Alliage de cuivre et de zinc; laiton des anciens.

Orpiment ou *orpin.* ANC. — ACT. *sulfure d'arsenic.*

Os. Consistent en grande partie en phosphate de chaux; une matière gélatineuse et une portion d'huile et de graisse en remplissent les interstices. 100 parties d'os humains, calcinés, consistent, suivant M. Berzélius, en 81,9 phosphate de chaux; 3 fluate de chaux; 10 chaux; 1,1 phosphate de magnésie; 2 soude; 2 acide carbonique; 100 parties d'os se réduisent, par la calcination, à 63 parties.

Osmazone. Principe animal particulier; matière extractive du bouillon.

Osmium, page 196.

Oxalates. Sels formés par la combinaison de l'acide oxalique avec une base quelconque.

Oxidation. Conversion de certaines substances en oxides par leur combinaison avec l'oxigène. L'oxidation diffère de l'acidification en ce que l'addition d'oxigène n'est pas suffisante pour former un acide avec la substance oxidée.

Oxide au maximum. ANC. — ACT. *peroxide.*

— *au minimum.* ANC. — ACT. *protoxide.*

— *d'azote.* ANC. — ACT. *deutoxide d'azote.*

Oxidule d'azote. ANC. — ACT. *protoxide d'azote.*

Oxide hydrosulfuré. ANC. US. — ACT. *hydrosulfate.*

— *nitreux.* ANC. — ACT. *deutoxide d'azote.*

Oxigène, page 150.

— Préparation, *page* 150.

— Propriété, *page* 151.

Oxigénation. Union quelconque avec l'oxigène, quel qu'en soit le produit.

P.

Palladium, page 173.

Panacée mercurielle. Anc. inus. — Act. *protochlorure de mercure.*

Pélican. Anc. inus. Alambic avec chapiteau tubulé, d'où sortent deux bras opposés et recourbés, qui entrent de nouveau dans la partie enflée du vaisseau. Cet appareil, dont on ne fait plus usage, était destiné aux opérations de cohobation.

Pellicule. Petite peau ou croûte très mince, qui se forme ordinairement à la surface des dissolutions concentrées.

Péricarde (*liqueur du*). 100 parties semblent consister en 92 eau; 5,5 albumine; 2 mucus; 0,5 hydrochlorate de soude : la proportion de mucus et d'hydrochlorate de soude est un peu hypothétique.

Perlasse. Potasse impure.

Pesanteur spécifique. Densité d'un corps, par rapport à la densité d'un autre corps pris pour terme de comparaison. L'eau distillée pure, à la température de 15°,5 centigrades, est ordinairement ce terme de comparaison. Les tables de pesanteurs spécifiques des corps solides ou liquides sont calculées en prenant pour unité la pesanteur spécifique de l'eau distillée. Les tables des pesanteurs spécifiques des gaz sont calculées quelquefois en prenant pour unité la pesanteur spécifique de l'air atmosphérique.

On détermine la pesanteur spécifique d'un corps solide, en le pesant d'abord dans l'air, et ensuite dans l'eau; il *perd*, dans la dernière pesée, une quantité de son poids, précisément égale au poids de son propre volume d'eau, et sa pesanteur spécifique s'obtient en divisant le poids total du corps dans l'air, par la *perte* de poids qu'il éprouve dans l'eau. Si le corps est un liquide ou un gaz, on le pèse dans un vaisseau de verre ou autre, d'une capacité connue; et en divisant ce poids par le poids du même volume d'eau, le quotient est, comme ci-dessus, la pesanteur spécifique.

Quand un corps solide est soluble dans l'eau, la règle générale, pour obtenir sa pesanteur spécifique, consiste à trouver un liquide dans lequel il ne soit pas soluble; prenant alors le poids du corps dans l'air et dans ce

liquide, dont on constate la pesanteur spécifique par rapport à celle de l'eau distillée, une simple proportion détermine ensuite la pesanteur spécifique du corps soluble par rapport à celle de l'eau distillée.

La pesanteur spécifique d'un corps est à celle d'un autre corps, comme le poids du premier corps, divisé par son volume, est au poids du second corps divisé par son volume; et la pesanteur spécifique moyenne des deux corps se trouve en divisant la somme des poids par celle des volumes.

Soient P,p les deux poids, V,v les deux volumes, S,s les deux pesanteurs spécifiques, et M la pesanteur spécifique moyenne calculée,

on aura $$M = \frac{P + p}{V + v},$$

et comme $$V + v = \frac{P}{S} + \frac{p}{s} = \frac{Ps + pS}{Ss},$$

on en conclut $$M = \frac{(P + p)\,S\,s}{P\,s + p\,S}.$$

Si la formation d'un composé avait lieu sans expansion et sans condensation de volume, cette formule suffirait pour déterminer sa pesanteur spécifique; ce n'est donc qu'en comparant le résultat du calcul avec la pesanteur spécifique déterminée par l'expérience, qu'on peut découvrir si la formation du composé a été accompagnée d'expansion ou de condensation de volume.

Petit-lait. Partie liquide du lait, qui reste après que le caillé en a été séparé; contient de la matière sucrée, du beurre et un peu de matière caseuse.

Pétrole. (Voyez *Naphte.*)

Petunzé. Roche dure qui, réduite en poudre extrêmement fine, et mêlée alors intimement avec le kaolin, forme la terre à porcelaine.

Phlogistique. Substance imaginaire; nom inventé par les anciens chimistes, pour expliquer les phénomènes de la combustion.

Phosgène. Anc. — Act. *acide chloroxicarbonique* ou *chlorocarbonique.* Page 242.

Phosphates. Sels formés par la combinaison de l'acide phosphorique avec une base quelconque.

Phosphites. Sels formés par la combinaison de l'acide phosphoreux avec une base quelconque.

Phosphore, page 166.

— Préparation, *page* 167.

— Propriétés, *page* 168.

Phosphures. Composés résultans de la combinaison du phosphore avec certaines substances.

Photomètre. Instrument destiné à mesurer l'intensité comparative de la lumière.

Picromel. Principe particulier caractéristique de la bile; sa couleur est jaune verdâtre; il ne donne point d'ammoniaque par la distillation à feu nu.

Picrotoxine. Principe amer et vénéneux du *cocculus indicus*, le fruit du *menispermum cocculus;* cristallise en prismes à quatre pans, d'une couleur blanche et d'une saveur amère très intense.

Pierre infernale. Anc. us. — Act. *nitrate d'argent fondu.*

Pinsbeck. Anc. Alliage de cuivre et de zinc; contient plus de zinc que le laiton.

Platine, page 170.

Plâtre. Sulfate de chaux.

Plomb, page 179.

— *corné.* Anc. — Act. *chlorure de plomb fondu.*

— *noir.* Anc. us. — Act. *carbure de fer.*

— *rouge de Sibérie.* Anc. — Act. *chromate de plomb.*

Plombagine. Anc. us. — Act. *percarbure de fer.*

Pneumatique. Qui a rapport aux gaz. La machine pneumatique est un instrument destiné à faire le vide en soutirant l'air. La cuve pneumatique est un vaisseau disposé pour recueillir les gaz.

Poisons. Substances qui, mises en contact avec des corps vivans, dérangent les fonctions vitales, et produisent la mort par une action qui n'est pas mécanique.

Pollen. Matière poudreuse qui s'échappe des *anthères* des fleurs.

Polychroïte. Matière colorante du safran.

Pompholix. Anc. inus. — Act. *oxide de zinc.*

Potasse pure. Anc. us. — Act. *protoxide de potassium*, page 198.

Potassium. Base de la potasse. Métal difficilement réduc-

tible, à cause de son affinité pour l'oxigène. *Page* 199.

Potée d'étain. Alliage dont la base est l'étain. 100 parties d'étain, 8 d'antimoine, 1 de bismuth et 4 de cuivre, donnent une belle potée d'étain, ayant l'apparence d'argent très fin.

Poudre à canon. Mélange intime de 75 parties de nitrate de potasse, 16 de charbon et 9 de soufre.

— *des chartreux.* Anc. inus. — Act. *sous-hydrosulfate de protoxide d'antimoine.*

Précipitation et *précipité.* Lorsqu'une substance dissoute dans un liquide, en est séparée en tout ou en partie, et tombe au fond du vase sous forme concrète, on donne le nom de précipitation à cet effet, et le nom de précipité à la matière ainsi séparée.

Précipité blanc. Anc. — Act. *protochlorure de mercure.*

— *per se.* Anc. — Act. *deutoxide de mercure.*

— *pourpre de Cassius.* Anc. — Act. *protoxide d'or uni au deutoxide d'étain.*

— *rouge.* Anc. — Act. *deutoxide de mercure.*

Principes. Elémens des corps.

Prussiates. Anc. us. — Act. *hydrocyanates* et quelquefois *cyanures.*

Prussiate de mercure. Anc. — Act. *cyanure de mercure.*

Prussine. Anc. (Voyez *Cyanogène.*)

Putréfaction. Décomposition spontanée de matières animales et végétales, qui donne lieu à des exhalaisons d'une odeur fétide.

Pyrites. Composés natifs de métal et de soufre.

— *arsénicales.* Anc. — Act. *sulfures d'arsenic.*

— *cubiques, hépatiques, magnétiques, martiales.* Anc. — Act. *sulfure de fer.*

— *cuivreuses.* Anc. — Act. *sulfures de cuivre.*

Pyromètre. Instrument destiné à mesurer les hautes températures ou l'intensité du feu. Le plus estimé est celui de Wedgewood, fondé sur ce principe, que l'argile diminue de plus en plus à mesure qu'elle est exposée à des températures de plus en plus élevées. Le zéro du pyromètre de Wedgewood correspond à 580°, 56′ centigrades, et un degré du pyromètre vaut 72°, 22′ centigrades. Le retrait variable de l'argile rend ces instrumens peu exacts.

Pyrophores. Préparations artificielles qui prennent feu ou

deviennent incandescentes par leur exposition à l'air.

Pyroscope. Instrument inventé par le professeur Leslie, et destiné à mesurer l'intensité de la chaleur que darde le feu.

Q.

Quartation. Opération préparatoire de celle du départ, et qui a pour objet de faciliter l'action de l'eau-forte, en réduisant l'or à une quatrième partie de la masse totale. (Voyez *Affinage.*)

Quartz. Terres siliceuses cristallisées.

R.

Radical. Base acidifiable. Le mot radical s'emploie quelquefois pour synonyme d'élément.

— *composé.* Lorsque la base d'un acide consiste dans deux ou un plus grand nombre de substances, on dit que l'acide est formé d'un radical composé. L'acide sulfurique a pour radical simple le soufre, mais les acides végétaux qui ont pour radicaux le carbone et l'hydrogène, ont des radicaux composés.

Rancidité. Changement que les huiles fixes sont susceptibles d'éprouver lorsqu'elles sont gardées long-temps. La rancidité rend l'huile épaisse, d'une couleur brune, d'une saveur âcre et d'une odeur désagréable.

Réactif. Qui réagit. Nom générique de toutes les substances chimiques dont on se sert pour découvrir dans une analyse la présence de tel ou tel corps. L'infusion de noix de galle est un réactif qui indique la présence du fer par un précipité pourpre foncé. Les papiers imprégnés de suc de tournesol sont des réactifs servant à reconnaître la présence des acides; les papiers imprégnés de curcuma servent à reconnaître la présence des alcalis. (Voyez *Acides*, *Alcalis.*)

Réalgar ou *Rizigal.* Anc. — Act. *sulfure d'arsenic.*

Récipiens. Vaisseaux qui s'adaptent aux cols des cornues; aux alambics, pour recevoir, recueillir et contenir les produits de la distillation.

Rectifier. Distiller de nouveau pour obtenir un produit plus pur et plus concentré.

Réduction. Rétablissement des métaux à leur état métallique, après qu'ils en ont été privés. La réduction des

oxides métalliques s'opère ordinairement à l'aide du charbon.

Réfractaire. Difficilement altérable par la chaleur. Les métaux sont d'autant plus réfractaires que leur fusion exige un plus haut degré de chaleur.

Réfrigérent. Condensant par refroidissement. Le serpentin d'un alambic, entouré d'eau, est un *réfrigérent.*

Registres. Ouvertures pratiquées dans des cheminées ou autres parties de fourneaux de laboratoire, et garnies de portes glissantes pour régler le tirage par l'introduction de l'air extérieur.

Régule. Anc. — Métal pur, dépouillé par la fusion de toute substance étrangère.

— *martial.* Anc. inus. — Act. *alliage d'antimoine et de fer.*

— *de Vénus.* Anc. inus. — Act. *alliage d'antimoine et de cuivre.*

Régules d'antimoine, d'arsenic, de bismuth. Anc. — Act. *antimoine, arsenic, bismuth, métalliques.*

Répulsion. Effet inverse de l'attraction, et qui s'oppose à ce que les molécules des corps soient en contact réel. Suivant Newton, la répulsion entre les molécules des corps gazeux est toujours en raison inverse de la distance entre leurs centres.

Résidu. Ce qui reste, dans toute opération chimique, après que les produits cherchés ont été obtenus.

Résine. Nom générique des substances solides inflammables, d'origine végétale, solubles dans l'alcool, et qui produisent ordinairement beaucoup de suie par leur combustion.

Respiration. Fonction animale qui consiste dans l'aspiration alternative d'une portion d'air dans les poumons et dans son expiration subséquente. L'air atmosphérique aspiré se compose ordinairement d'oxigène et d'azote; l'air expiré ne renferme pas d'oxigène et consiste, pour la plus grande, partie en gaz acide carbonique et en azote.

Retorte. Anc. — Cornue en forme de poire, à large panse et à long col recourbé en bas.

Réverbère (fourneau à), fourneau dans lequel la flamme, forcée de se réfléchir ou de réverbérer de toutes parts, produit une chaleur très intense.

Révivification. Réduction du mercure.
Rhodium, page 196.
Rouge d'Angleterre. ANC. — ACT. *tritoxide de fer.*
Rouille de fer. ANC. — ACT. *oxide rouge de fer.*

S.

Saccholactates ou *Sacchlactates.* ANC. — ACT. *mucates.*
Safre. ANC. — Cobalt impur du commerce : mélange d'oxide de cobalt et de terre vitrifiable.
Salifiable. Susceptible de produire un sel.
Saline. Toute substance ayant les propriétés d'un sel.
Salive. Fluide sécrété dans la bouche pendant la mastication; contient, outre l'eau qui forme environ les quatre cinquièmes de son volume, du mucilage, de l'albumine, de l'hydrochlorate de soude, du phosphate de soude, du phosphate de chaux et du phosphate d'ammoniaque.
Salmiac. ANC. INUS. — ACT. *hydrochlorate d'ammoniaque.*
Salpêtre. ANC. US. — ACT. *nitrate de potasse.*
Sang. Consiste ordinairement dans environ 3 parties de sérum et 1 de cruor; il n'existe pas de gélatine dans le sérum, mais beaucoup d'albumine; le cruor contient de la fibrine insoluble et une matière colorante soluble.
Sassolin. ANC. INUS. — ACT. *acide borique natif et impur.*
Saturation; Saturé. Lorsqu'un liquide, dissolvant un solide, ne peut plus vaincre la force de cohésion du solide, et quand il refuse d'en dissoudre davantage, toute quantité quelconque, il en est *saturé.* Ainsi la *saturation* d'un fluide ne résulte pas de ce que son affinité pour le solide est satisfaite, mais de ce qu'elle n'est pas supérieure à la force de la tendance à la cohésion des molécules combinées.

Un liquide saturé d'une substance n'est pas privé de la faculté qu'il a de dissoudre quelques autres corps; et, dans beaucoup de cas, cette faculté est augmentée. Par exemple, de l'eau saturée de sel commun dissoudra du sucre, et de l'eau saturée d'acide carbonique dissoudra du fer, quoique sans cette addition l'action de l'eau sur le fer soit à peine sensible.
Saturne. ANC. INUS. — ACT. *plomb.*
Savons. Combinaisons des acides *margarique* et *oleique*

avec une base salifiable quelconque. Si la base est un alcali, le savon est soluble dans l'eau.

Sébates. Sels formés par la combinaison de l'acide sébacique avec une base quelconque.

Sel. Composé, en proportions définies, d'un acide et d'une base quelconque. Lorsque les proportions des parties constituantes se trouvent tellement réglées entre elles, que la substance qui en résulte n'affecte pas la couleur de l'infusion de tournesol ou celle de chou rouge, elle forme un sel *neutre*. Lorsque l'acide est reconnu prédominant par la coloration en rouge de ces infusions, c'est un *sur-sel;* lorsque la base, au contraire, paraît prédominante, c'est un *sous-sel. Sel triple*, est un sel formé par la combinaison d'un acide et de deux bases. *Pages* 270 *à* 292.

— *admirable de Glauber.* Anc. — Act. *sulfate de soude.*

— *ammoniac.* Anc. — Act. *hydrochlorate d'ammoniaque, secret de Glauber.* Anc. — Act. *sulfate d'ammoniaque.*

— *arsénical neutre de Macquer.* Anc. — Act. *arséniate de potasse.*

— *cathartique amer.* Anc. — Act. *sulfate de magnésie.*

— *commun.* Anc. — Act. *hydrochlorate de soude.*

— *digestif de Sylvius, sel diurétique.* Anc. — Act. *acétate de potasse.*

— *de Duobus.* Anc. — Act. *sulfate de potasse.*

— *fébrifuge de Sylvius.* Anc. — Act. *hydrochlorate de potasse.*

— *fusible.* Anc. — Act. *phosphate d'ammoniaque.*

— *marin* à l'état de siccité. Anc. — Act. *chlorure de sodium.*

— *de Mars.* Anc. — Act. *sulfate vert de fer.*

— *microscomique.* Anc. — Act. *phosphate triple de soude et d'ammoniaque.*

— *narcotique.* Anc. inus. (Voyez *Sel sédatif.*)

— *de nitre.* Anc. — Act. *nitrate de potasse.*

— *d'oseille.* Anc. us. — Act. *suroxalate de potasse.*

— *polychreste de Glaser.* Anc. — Act. *sulfate de potasse.*

— *de La Rochelle.* Anc. inus. (Voyez *Sel de seignette.*)

— *de sagesse.* Anc. inus. — Act. *Composé d'hydrochlorate de mercure et d'ammoniaque.*

— *de Saturne.* Anc. us. — Act. *acétate de plomb.*

Sel sédatif. ANC. — ACT. *acide borique.*
— *de Sceydschutz.* ANC. INUS. (VOYEZ *Sel de Sedlitz.*)
— *de Sedlitz.* ANC. US. — ACT. *sulfate de magnésie.*
— *de seignette.* ANC. US. — ACT. *tartrate de potasse et de soude.*
— *sulfureux.* ANC. INUS. —ACT. *Sulfite de potasse.*
— *de tartre.* ANC. — ACT. *sous-carbonate de potasse.*
— *végétal.* ANC. — ACT. *tartrate de potasse.*
— *volatil d'Angleterre.* ANC. — ACT. *sous-carbonate d'ammoniaque.*
— *volatil de succin.* ANC. — ACT. *acide succinique.*
Séléniates. Sels formés par la combinaison de l'acide sélénique avec une base quelconque.
Sélénite. ANC. — ACT. *sulfate de chaux.*
Selenium, page 194.
Serpentin. Tuyau en spirale d'un alambic.
Sérum. (VOYEZ *Sang.*)
Silice. ANC. US. — ACT. *oxide de silicium*, page 218.
Silicium. Base de la silice ; métal que l'on n'a pu réduire encore à cause de son affinité pour l'oxigène, *page* 217.
Sodium. Base de la soude; métal difficile à réduire à cause de son affinité pour l'oxigène, *page* 202.
Sol, pages 293 à 307.
Sorbates. ANC. US. — ACT. *malates.*
Sory. ANC. INUS. — ACT. *sulfate de fer.*
Soude pure. ANC. US. — ACT. *protoxide de sodium*, page 202.
Soudure. Métal simple ou alliage qui sert à unir fermement deux parties séparées de corps métallique. La soudure doit être de plus facile fusion que le métal qu'elle est destinée à braser; les surfaces qu'il s'agit de joindre doivent être bien nettes, débarrassées de toute espèce de crasse et d'oxide.
Soufre hydrogéné. ANC. US. — ACT. *hydrure de soufre.*
Soufre oximuriaté. ANC. — ACT. *chlorure de soufre.*
Soufre, page 165.
— Préparation, *page* 165.
— Propriétés, *page* 165,
Spath. ANC. INUS. Terme générique sous lequel on désignait un grand nombre de pierres opaques diversement cristallisées et de nature différente.

Spath calcaire. Anc. us. — Act. *sous-carbonate de chaux cristallisé.*

— *fluor.* Anc. us. — Act. *fluate de chaux.*

— *pesant.* Anc. us. — Act. *sulfate de barite.*

Speltre. Anc. inus. — Zinc du commerce.

Stalactites. Concrétions suspendues aux voûtes et aux parois des cavernes; elles sont formées par de l'eau chargée de molécules calcaires qui s'en écoule en gouttes, et qui, s'évaporant peu à peu, abandonne ces molécules.

Stéarine. Nom donné par M. Chevreul au principe solide qu'il retira des graisses animales.

Stéatite (*pierre savon*). Minéral tendre composé de magnésie, fer, silice, etc.

Stibium. Nom latin de l'antimoine et celui donné par les anciens à un oxide de ce métal.

Stratification. (Voyez *Cémentation.*)

Strontiane. Anc. us. — act. *protoxide de strontium*, page 208.

Strontium. Base de la strontiane; métal très difficilement réductible à cause de son affinité pour l'oxigène, *page* 208.

Strychnine. Substance alcaline retirée par MM. Pelletier et Caventou du fruit du *strychnos nox vomica* et du *strychnos ignatia;* cristallise en petits prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces surbaissées; très vénéneuse.

Subérates. Sels formés par la combinaison de l'acide subérique avec une base quelconque.

Sublimation. Opération au moyen de laquelle des substances volatiles sont élevées par la chaleur et reprennent de nouveau, en se condensant, la forme solide.

Sublimé corrosif. Anc. us. — Act. *deutochlorure de mercure.*

Sublimé doux. Anc. us. — Act. *protochlorure de mercure.*

Succinates. Sels formés par la combinaison de l'acide succinique avec une base quelconque.

Sucre. Ce principe constituant végétal existe en quantités considérables dans un grand nombre de plantes; 100 parties consistent, d'après le résultat moyen de plusieurs analyses, en 50 oxigène; 43 carbone, et 7 hydrogène environ.

Les variétés de sucre sont : le sucre de canne, le sucre de betteraves, le sucre d'érable, le sucre liquide des fruits, le sucre de figues, le sucre de raisin, le sucre d'amidon, le sucre de champignons de M. Braconnot, la manne, le sucre de gélatine, le sucre de miel et le sucre de diabètes.

Sucre de Saturne. ANC. — ACT. *acétate de plomb.*

Sueur. La sueur humaine consiste, suivant M. Thenard, en beaucoup d'eau, acide acétique libre, hydrochlorate de soude, très peu de phosphate de chaux et d'oxide de fer, et une quantité inappréciable de matière animale, se rapprochant beaucoup plus de la gélatine que de toute autre substance.

Sulfates. Sels formés par la combinaison de l'acide sulfurique avec une base quelconque.

Sulfites. Sels formés par la combinaison de l'acide sulfureux avec une base quelconque.

Sulfures. Composés résultant de la combinaison du soufre avec diverses substances.

Synovie. 100 parties consistent, suivant M. Margueron, dans 11,86 matière fibreuse; 4,52 albumine; 1,75 hydrochlorate de soude; 0,71 soude; 0,70 phosphate de chaux, 80,46 eau.

Synthèse. Recomposition d'une substance par la réunion de ses principes. (VOYEZ *Analyse.*)

Syphon. Tube recourbé dont on fait usage pour transvaser des liquides d'un vaisseau dans un autre.

T.

Tabac. Le suc exprimé des feuilles du tabac contient, suivant M. Vauquelin, une quantité considérable de gluten, du surmalate de chaux et de l'acide acétique; une quantité notable de nitrate et d'hydrochlorate de potasse; une matière rouge, soluble dans l'alcool et dans l'eau, qui, étant chauffée, se gonfle considérablement; de l'hydrochlorate d'ammoniaque; de la nicotine; de la fécule verte, composée principalement de gluten, de résine verte et de fibre ligneuse.

Talc. Minéral qui consiste, d'après M. Vauquelin, en 62 silice; 27 magnésie; 1,5 alumine; 3,5 oxide de fer; 6 eau.

C'est un ingrédient du rouge de toilette, avec du carmin et du benjoin. Ce cosmétique donne à la peau un degré de souplesse remarquable, et il n'est pas nuisible.

Tamarins. La pulpe des tamarins consiste, d'après M. Vauquelin, en bitartrate de potasse; gomme, sucre, gelée, acide citrique, acide tartrique, acide malique, matière féculente et eau.

Tannin. Ce fut M. Séguin qui distingua le premier cette substance, l'un des principes immédiats des végétaux, de l'acide gallique avec lequel elle avait été jusqu'alors confondue sous le nom de *principe astringent.*

On peut obtenir le tannin des végétaux, en les mettant en macération dans l'eau froide, et en le précipitant par du chlorate d'étain, de cette dissolution, qui contient également de l'acide gallique et de la matière extractive. En délayant immédiatement ce précipité dans une grande quantité d'eau, on en peut séparer, par du gaz acide hydrosulfurique, l'oxide d'étain, et le tannin reste en dissolution.

Le tannin consiste, suivant M. Berzélius, en 4,186 hydrogène; 51,160 carbone; et 44,634 oxigène.

Tartarin. Anc. inus. — Nom donné par Kirwan à la potasse.

Tantale. Anc. us. — Act. *colombium.*

Tartrates. Sels formés par la combinaison de l'acide tartrique avec une base quelconque.

Tartre chalybé. Anc. — Act. *tartrate de potasse et de fer.*

— (*crême de*). Anc. us. — Act. *surtartrate de potasse.*

— *martial soluble.* Anc. inus. (Voyez *Tartre chalybé.*)

— *régénéré.* Anc. inus. — Act. *acétate de potasse.*

— *stibié.* Anc. us. — Act. *tartrate de potasse et d'antimoine.*

— *vitriolé.* Anc. inus. — Act. *sulfate de potasse.*

Tartrites. Anc. — Act. *tartrates.*

Teintures. Dissolutions de substances dans des menstrues spiritueux.

Température. Terme défini de chaleur sensible indiquée par le thermomètre qui en donne la mesure. Ainsi, on dit une température élevée et une température basse, pour dénoter une intensité manifeste de chaleur ou de froid.

Tellure, page 188.

Ténacité. (Voyez *cohésion.*)

Terre calcaire. Anc. — Act. *sous-carbonate de chaux.*

— *foliée mercurielle.* Anc. us. — Act. *deutocétate de mercure.*

— *foliée de tartre*, ou *terre foliée végétale.* Anc. — Act. *vcétate de potasse.*

Thermomètre. Instrument destiné à mesurer la chaleur, et fondé sur ce principe que les expansious de la matière sont proportionnelles aux augmentations de température. Il y en a de plusieurs sortes. Le thermomètre à mercure consiste simplement dans un tube de verre creux hermétiquement scellé à l'une de ses extrémités, et dont l'autre se termine par une boule qui y est soufflée. On remplit de mercure cette boule, ainsi qu'une partie du tube. Lorsque la boule est plongée dans un corps chaud, le mercure se dilate et s'élève conséquemment dans le tube ; mais si cette boule est plongée dans un corps froid, le mercure se contracte, et alors il descend dans le tube. L'ascension du mercure dans ce tube indique l'augmentation de température, et son abaissement, sa diminution ; et c'est par la quantité dont il monte ou descend qu'on détermine la proportion de l'un ou l'autre effet. Pour faciliter l'observation, le tube est divisé en un certain nombre de parties égales appelées degrés.

Les thermomètres *centigrades*, de *Fahrenheit*, de *Réaumur*, qui sont le plus en usage en Europe, ne diffèrent entre eux que par le nombre de degrés dans lesquels l'espace entre les deux points de la congélation et de l'ébullition a été divisé.

Thermomètre centigrade. L'échelle y est divisée en 100 degrés ; elle commence au point de la congélation, qui est zéro, et finit à celui de l'eau bouillante, qui est 100.

Thermomètre Fahrenheit. L'intervalle entre les deux points extérieurs de l'échelle, est divisé en 212 degrés ; l'échelle commence à la température produite par un mélange de neige et d'hydrochlorate de soude, qui est de 32° au-dessous du terme de congélation. Ainsi, dans ce thermomètre, la congélation est indiquée par 32°, et l'ébullition de l'eau par 212°.

Thermomètre Réaumur. L'échelle y est divisée en 80°,

elle commence au point de la congélation, qui est zéro, et finit au point de l'ébullition de l'eau, qui est 80°.

Thorine. Anc. us. — Act. *oxide de thorinium*, page 215.

Thorinium. Base de la thorine; métal qui n'a pu encore être réduit à raison de son affinité pour l'oxigène, *page* 215.

Tinkal. Anc. inus. — Act. *borate de soude impur.*

Titane, page 197.

Tombac. Cuivre blanc. Anc. inus. — Act. *alliage de cuivre et d'arsenic.*

Torréfaction. Grillage des subtances végétales, et dont l'objet est de rendre ces substances plus faciles à concasser ou à triturer.

Tortue (*écaille de*). Sa composition se rapproche de celle de l'ongle, ou de l'albumine coagulée; 500 parties de cette écaille, après avoir été brûlées et incinérées, laissèrent trois parties de matière terreuse, consistant dans des phosphates de chaux et de soude, avec un peu de fer.

Tripoli. Cent parties de ce minéral consistent en 81 silice, 2 alumine, 8 oxide de fer, 4 acide sulfurique, 5 eau environ.

— Anc. us. — Act. *minéral composé de silice, d'oxide de fer, d'alumine et d'acide sulfurique.* Il sert à polir les métaux et les glaces; le meilleur est celui de Corfou.

Triturer. Réduire en poudre ou en pâte, en les frottant à l'aide du pilon, contre les parois du mortier, des substances qu'on veut unir ensemble.

Trona. Inus. Carbonate de soude natif.

Tube de sûreté. Tube ouvert par les deux extrémités et introduit dans un récipient; l'extrémité supérieure communiquant avec l'air extérieur, et l'extrémité inférieure plongeant dans le liquide contenu dans ce récipient. Son objet est de prévenir tout inconvénient pouvant résulter d'une condensation ou raréfaction, ayant trop soudainement lieu pendant une opération: car s'il arrive que le vide se fasse dans l'intérieur des vaisseaux, alors l'air extérieur y entrera en passant à travers le tube, et s'il se produit de l'air, l'eau cédant à la pression sera forcée de monter dans le tube. Ainsi l'élévation de l'eau, dans ce tube, peut également indiquer le degré de pression du gaz, ou des gaz renfer-

més dans les vaisseaux. Le tube de sûreté, courbé en S, se nomme tube de Welter; et c'est celui dont on fait le plus souvent usage.

Tubulure. Ouverture pratiquée à la partie supérieure d'une cornue, et qui permet d'y introduire les matières sur lesquelles on doit opérer, sans déranger la cornue, pour les y faire entrer par son col. Il y a également des flacons tubulés.

Tungstates. Sels formés par la combinaison de l'acide tungstique avec une base quelconque.

Tungstène, page 193.

Turbith minéral. Anc. us. — Act. *sous-deutosulfate de mercure.*

— *nitreux.* Anc. inus. — Act. *sous-deutonitrate de mercure.*

Tutenag. Cuivre blanc des Chinois; nom sous lequel ils désignent et le zinc, et quelques alliages particuliers blancs qui ne se ternissent guère plus que l'argent; ces alliages paraissent consister en cuivre, zinc et fer ou cuivre, étain et arsenic.

U.

Ulmine. Substance végétale; exsude spontanément d'une espèce d'orme, que Klaproth conjecture être l'*ulmus nigra;* dure, solide, de couleur noire, et ayant un très grand éclat; émet en brûlant un peu de fumée ou de flamme, et elle laisse un charbon spongieux, mais ferme. Ce charbon, brûlé en plein air, laisse pour résidu un peu de carbonate de potasse.

Union chimique. (Voyez *Combinaison.*)

Urane, page 197.

Urates. Sels formés par la combinaison de l'acide urique avec une base quelconque.

Urée. Substance retirée de l'urine, au moyen de l'acide nitrique; 100 parties consistent en 11 hydrogène, 20 carbone, 26 oxigène, 43 azote environ.

Urine. 1000 parties de l'urine de l'homme en santé consistent, suivant M. Berzélius, en 933 eau; 30,10 urée; 3,71 sulfate de potasse; 3,16 sulfate de soude; 2,94 phosphate de soude; 4,45 hydrochlorate de soude; 1,65 phosphate d'ammoniaque; 1,50 hydrochlorate d'ammoniaque; 17,14 acide lactique libre avec lac-

tate d'ammoniaque, matière animale soluble dans l'alcool, urée adhérente à cette matière; 1 phosphates terreux, avec trace de fluate de chaux; 1 acide urique; 0,32 mucus de la vessie; 0,03 silice.

Ustullation. Grillage des mines, pour en séparer l'arsenic, le soufre ou toute autre substance de nature volatile, qui accompagne le métal et le minéralise. C'est une sublimation dans laquelle, au lieu de recueillir le produit sublimé, on le néglige.

V.

Vapeur. Fluide élastique, susceptible d'être condensé, et rétabli à l'état liquide, à la température ordinaire, et sous la simple pression de l'atmosphère. La pesanteur spécifique de différentes vapeurs varie suivant la nature du liquide d'où la vapeur provient.

Varech. Espèce de fucus dont l'incinération fournit la soude, connue sous le nom de soude de varech; *kelp*, *caillotis*.

Végétaux. Les parties constituantes des végétaux sont principalement le carbone, l'hydrogène et l'oxigène; l'azote y est rarement, et toujours en petite quantité. *Page* 318.

Vénus. Anc. inus. — Act. *cuivre.*

Vératrine. Substance alcaline, retirée par MM. Pelletier et Caventou, de l'ellébore blanc, *veratrum album;* de la cévadille, *veratrum sabadilla*, et du safran des prés, *colchium autumnale;* sous la forme d'une matière pulvérulente blanche, extrêmement âcre et vénéneuse.

Verdet cristallisé. Anc. — *deutocétate de cuivre.*

Vermillon. Anc. — Act. *sulfure rouge de mercure broyé.*

Vernis. Résines à l'état de dissolution dans l'alcool ou dans une huile essentielle.

Verre d'antimoine. Anc. us. — Act. *oxide d'antimoine sulfuré.*

— *phosphorique.* Anc. — Act. *acide phosphorique*, privé d'une portion de son eau.

Vert-de-gris. Anc. us. — Act. *acétate de cuivre.*

Vide (*faire le*). Enlever, à l'aide d'une machine pneumatique, ou par tout autre moyen, l'air atmosphérique qui remplit un vaisseau quelconque.

Vif-argent. Anc. — Act. *mercure.*

Vinaigre radical. Anc. us. — Act. *acide acétique concentré.*

Vinaigre de Vénus. Anc. — Act. *acide acétique concentré.* (Retiré de l'acétate de cuivre cristallisé, ou cristaux de Vénus.)

Vitrification. Conversion en verre, à l'aide d'une fusion.

Vitriol. Anc. — Act. *sulfate.*

Vitriol blanc. Anc. us. — Act. *sulfate de zinc.*

— *bleu.* Anc. us. — Act. *deutosulfate de cuivre.*

— *vert.* Anc. us. — Act. *deutosulfate de fer.*

Voie humide, voie sèche. Quand une analyse chimique se fait à l'aide de réactifs, et qu'on y emploie des dissolutions, l'on opère alors par *voie humide ;* quand on ne se sert que du feu, et qu'on n'emploie aucune dissolution, l'analyse s'opère par *voie sèche.*

Volatilité. Disposition des corps à prendre l'état gazeux.

W.

Whiski. Eau-de-vie de grain.

Wouede. Guède, pastel, *isatis, glastrum;* plante que l'on prépare pour la teinture.

Wlofram. Minéral composé de tungstate de fer et de manganèse.

Woulfe (*appareil de*). Suite de récipiens réunis entre eux par des tubes lutés à leurs tubulures, et garnis en outre de tubes de sûreté.

Y.

Yttria. Anc. us. — Act. *oxide d'yttrium*, page 211.

Yttrium. Base de l'yttria. Métal que l'on n'a pu réduire encore à raison de son affinité pour l'oxigène. *page* 211.

Z.

Zéro. Point d'où part l'échelle de graduation d'un thermomètre. (Voyez *Thermomètre.*)

Zinc, page 183.

Zircone. Anc. us. — Act. *oxide de zirconium*, page 217.

Zirconium. Base de la zircone; métal que l'on n'a pu réduire encore à raison de son affinité pour l'oxigène, *page* 216.

FIN.

xtrêmement rare, il
cide sulfurique.
ne paraît pas être dans
ans ceux de transition,
s les plus nouvelles. Il
couches, encore rare;
hétérogènes, en rognons
ne à lui seul des terrains
ildot *près Saint-Leu*,
on accompagnant du fer
; près de Grenoble, dans
u plomb et du zinc sul-
inat est riche en mine-

était oxide, mais M. Proust a démontré que non : quelquefois aussi il y a de l'arsenic, ce qui modifie ses propriétés. Sa forme primitive est un rhomboïde obtus, dont l'incidence de deux faces opposées est de 109° 28′ et adjacente de 70° 32′; son éclat est un peu vif et huileux; quelquefois il est transparent, d'autres fois translucide; enfin, opaque; sa dureté est faible; il pèse 5,57; il communique l'électricité; il est facile à réduire au chalumeau; d'abord il pétille, puis l'antimoine et le soufre se dégagent. C'est encore un véritable minerai d'argent, mais il est rare; il se trouve à Sainte-Marie-aux-Mines, à Freiberg.

COLLECTION
DE MANUELS

FORMANT UNE

ENCYCLOPÉDIE
DES SCIENCES ET DES ARTS,

FORMAT IN-18;

Par une réunion de Savans et de Praticiens;

MESSIEURS

BOITARD, CHORON, le comte DE GRANDPRÉ, JULIA-FONTENELLE, LACROIX, Sébastien LENORMAND, LESSON, RIFFAULT, TARBÉ, VERGNAUD, etc., etc.

Tous les Traités se vendent séparément; pour les recevoir franc de port, il faut ajouter 50 c. par volume.

Cette Collection étant une entreprise toute philanthropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer franc de port à l'adresse de M. le *Directeur de l'Encyclopédie in*-18, chez ROBET, libraire, rue Hautefeuille, n° 12, à Paris.